

HEIMSMYND OKKAR TÍMA

GUNNAR DAL

RIT GUNNARS DAL:

- Vera*, 1979.
Sfinxinn, 1953, 2. útg., 1954.
Rödd Indlands, 1953.
Þeir spáðu í stjörnuurnar, 1954.
Sókrates, 1957.
Spámaðurinn, þýdd ljóð, 1958, 2. útg. 1975,
3. útg. 1979, 4. útg. 1982.
Októberljóð, 1959.
Leitin að Aditi, 1961.
Tveir heimar, 1961.
Líf og dauði, 1961.
Hinn hvíti lótus, 1962.
Yogasútra Patanjalis, 1962.
Sex indversk heimspekikerfi, 1962.
Grískir heimspekingar, 1962,
2. útg. aukin 1975, 3. útg. 1981.
Öld Sókratesar, 1963.
Varnarræða Sókratesar, 1963.
Raddir morgunsins, ljóð, 1964.
Móðir og barn, þýdd ljóð eftir Tagore, 1964.
Platón, 1966.
Aristóteles, 1966.
Orðstír og auður, skáldsaga, 1968.
Á heitu sumri, skáldsaga, 1970.
Indversk heimspeki, 1972.
Kamala, skáldsaga, 1976.
Kastið ekki steinum, ljóð, 1977.
Með heiminn í hendi sér, 1978.
Existentialismi, 1978.
Heimspekingar Vesturlanda, 1979.
Gúru Góvinda, skáldsaga, 1980.
Öld fíflsins, ljóð, 1981.
Hundrað ljóð um Lækjartorg, 1982.
Heimsmyn d okkar tíma, 1983.

Gunnar Dal

Heimsmynd okkar tíma

Víkurútgáfan
Guðjón Elíasson
Reykjavík

Copyright 1983 by Gunnar Dal.

**Setning og prentun:
Prentsmiðja Árna Valdemarssonar**

**Bókband:
Bókbandsstofan Örkin
1983**

Bók þessa tileinka ég starfsfólki, samkennurum mínum og nemendum við F.B.

Sérstaklega þakka ég Karli Roth, Þorsteini Egilssyni, Birni Guðmundssyni, Ástþór Gíslasyni, Viðari Ágústssyni, Eiríki Jenssyni og Ásmundi Þorbergssyni, sem allir eru kennarar við F.B., fyrir gagnrýni, góðar ábendingar og ýmislegt sem þeir færðu til betri vegar.

Torfa Ólafssyni þakka ég einnig lestur prófarka.

G.D.

I

Inngangur

Þetta byrjaði allt þegar Pétur sagði:

„Steindauð þekking. Þetta er allt steindauð þekking sem troðið er í okkur í þessum skóla.“

Við sátum uppi í efri stofunni heima við Vesturbergið. Oktavía og Pétur voru í heimsókn hjá okkur Hönnu systur minni og mér. Já. Nafn mitt er Sigurður. Við erum öll nemendur í F.B.

„Eintórnir sundurlausir fróðleiksmólar, engin heildarmynd,“ samþykkti Oktavía.

„Hvers vegna fáum við enga fræðslu um það sem við viljum fá að vita?“ hélt Pétur áfram.

„Það væri óneitanlega gaman að snúa hlutverkunum við. Það væri gaman að fá einhverja sem við gætum hreinlega yfirheyrt,“ sagði Hanna systir mín.

„Í sambandi við hvað?“ spurði ég.

„Það sem við viljum fá að vita.“

„Hvað viljum við fá að vita?“

„Lifandi þekkingu,“ sagði Pétur, „um þennan heima sem við erum í, samræmda mynd.“

„Heimsmynd,“ botnaði Oktavía.

„Heimsmynd okkar tíma.“

Ég fór að hugsa málið. Gætum við fengið einhverja til að koma hingað og sitja fyrir svörum?

Nokkrum dögum síðar var þetta allt ákveðið. Móðir okkar, Siguríður, tók þessu vel og lofaði að gefa kaffi og kleinur. Eftir miklar

umræður um hverja við ættum að biðja að koma til okkar varð niðurstaðan þessi: Steinunn, ung kennslukona við F.B. „Hún er með B.A. próf í heimspeki frá Háskólanum,“ sagði Oktavía okkur. Við völdum líka þrjá aðra kennara frá skólanum. Björn, sem er lærður efnafræðingur. Þorstein sem kennir stjörnufræði en aðalgrein hans er frumlíffræði. Og Baldur. Hann kennir bæði líffræði og eðlisfræði. Móðir okkar sagði að það væri ekki úr vegi að biðja sóknarprestinn um sín sjónarmið. Ég vildi endilega hafa Stefán frænda með í þessu því hann hafði sínar skoðanir á öllum hlutum. Faðir okkar, Tryggvi, hafði mikinn áhuga á fyrirtækinu þó að hann hlægi líka að þessu uppátæki og kallaði það „Symposíum.“ Hann er verkfræðingur en hefur alltaf haft áhuga á eðlisfræði.

Þótt einkennilegt væri þá færðist enginn undan því að koma til okkar. Og svo eitt skammdegiskvöld vorum við öll sest upp í efri stofuna. Oktavía vildi endilega að við slökktum ljósið og hefðum aðeins logandi á einu kerti. „Annars sjáum við ekki út til að virða fyrir okkur stjörnurnar,“ sagði hún. Ég leit út um gluggann. Þetta var rétt: Kyrrlátt vetrarkvöld og stjörnubjart.

Séra Ögmundur: „Svo við erum komin hingað til að ráða heimsgátuna?“

Stefán: „Enn einu sinni?“

Sigurður:: „Nei, ekki til að ráða heimsgátuna endilega. Okkur er sagt að hver kynslóð hafi átt sér sína sérstöku heimsmynd. Við viljum einfaldlega vita hver er heimsmynd okkar tíma.“

Pétur: „Þetta er stórkostleg hugmynd!“

Hanna: „Við hljótum að eiga okkar heimsmynd, heimsmynd sem er almennt viðurkennd á okkar tímum, – eða hvað?“

Björn: „Já, jú. Ætli það ekki.“

Stefán: „Þetta eru ágætar Kleinur, frú mín.“

Sigríður: „Takk.“

Pétur: „Góðar Kleinur! Hvað koma Kleinur þessu máli við?“

Stefán: „Ekkert. Alls ekkert. Nema hvað ég hætti að spyrja stórra spurninga, þegar ég komst af barnsaldri, og hef síðan fengist við litla hluti og hversdagslega.“

Sigurður: „Þú heldur þá að það sé tilgangslaust að reyna að vita nokkuð yfirhöfuð með vissu?“

Stefán: „Ég held að það sé tilgangslaust fyrir spendýrsheila að glíma við stórar spurningar.“

Oktavía: „Þú ert þá efaseindarmaður, sem efast um allt?“

Stefán: „Flest af því sem menn kalla vísindi.“

Sigurður: „En það er uppgjöf. Efinn skapar ekki neitt. Við verðum að spyrja, leita.“

Stefán: „Ég er raunar þakklátur fyrir allar góðar upplýsingar.“

Tryggvi: „Okkar tímar eiga sína sérstöku heimsmynd, er ekki svo?“

Stefán: „Er henni nokkuð að treysta, – fremur en fyrri heimsmyndum?“

Baldur: „Já, auðvitað hefur hver kynslóð átt sína heimsmynd. – En við lifum á merkilegum tímamótum. Maðurinn fær nú í fyrsta sinn nýja vitneskju um stöðu sína í alheiminum, vitneskju sem engin önnur kynslóð hefur átt aðgang að.“

Stefán: „Hellisbúar á steinöld horfðu á þessar sömu stjörnur og við horfum á hérna út um gluggann og sögðu einfaldlega: Allt þetta er guð. – Hvað vitum við í raun og veru meira en þeir?“

Hanna: „Þessi fræðigrein sem kallast heimsmyndunarfræði, – þetta að reyna að gera sér grein fyrir heiminum í heild sinni – er nú orðin mörg þúsund ára gömul fræðigrein. Og enginn hefur skilið neitt fram að þessu. Allir hafa haft rangt fyrir sér. Hvers vegna ættum við ein að vita það rétta?“

Björn: „Heimsmyndunarfræðin hefur breyst. Hún er ekki lengur eingöngu trúarleg eða heimspekileg hugmynd heldur tilraunavísindi. Spurningum sem aðeins trúmenn og heimspekingar reyndu áður að svara er nú svarað með niðurstöðum margvíslegra rannsókna.“

Baldur: „Já. eins og ég sagði: Við stöndum á tímamótum. Engin kynslóð hefur fengið þær upplýsingar sem við höfum fengið. – Upplýsingaflæði berst til okkar frá risasjónaukum og örbylgjustöðvum, frá efnagreiningu loftsteina, mælingu á kjarnorku og geislavirkni, frá tilraunastofnunum og tækjum sem komið hefur

verið á sporbaug jarðar til að mæla útfjólubláa geisla, röntgen-geisla og gáminageisla.“

Steinunn: „En hvernig verður til nokkur heildarmynd úr öllu þessu?“

Björn: „Segja má að þessi fræði kvíslist í tvo farvegi. Beina athugun á því sem menn sjá og mæla. Síðan túlka menn þessar athuganir með hjálp stærðfræðinnar og þannig verður heildarmyndin til.“

Sigurður: „Heimsmynd okkar tína?“

Baldur: „Já. við getum kallað hana það.“

Steinunn: „En liggur hún ljós fyrir. Getið þið sagt okkur nákvæmlega hver hún er?“

Séra Ögmundur: „O, ætli það sé ekki enn nokkrum spurningum ósvarað?“

Baldur: „Það eru til óvísindalegar spurningar sem þarf ekki að svara. Sem á ekki að reyna að svara. Þær aðeins skekkja myndina. Vísindin hafa fækkað trúarlegum og heimspekilegum hugmyndum sem taka þarf alvarlega.“

Þorsteinn: „Og aðrar spurningar gera heimsmyndina aðeins óljósa, og skýra ekki neitt. Þær eru því óþarfar.“

Baldur: „Já. Þær eru bæði óþarfar og gagnslausar.“

Oktavía: „Hverjar eru þessar óvísindalegu spurningar sem skekkja myndina?“

Þorsteinn: „Það eru spurningar um tilgang, sál –, vitund, – guð.“

Séra Ögmundur: „Ég dáist að þessari heilbrigðu skynsemi þinni.“

Stefán: „Þessar spurningar á að útiloka úr heimsmyndinni?“

Baldur: „Það er alveg nauðsynlegt.“

Oktavía: „Hvers vegna er það nauðsynlegt?“

Þorsteinn: „Það er nauðsynlegt vegna þess að við verðum að halda skoðunum okkar og þekkingu aðskildum, – ef hægt er.“

Séra Ögmundur: „Ég skil þig. Mynd okkar af heiminum verður að vera einhvers konar vél. Mesta afrek mannsins var það að hann fann upp vélina. Þessi vél er í grundvallaratriðum efni, orka og hreyfing. En maðurinn sjálfur er utanveltu í þessari vél og næsta þýðingarlítil uppákoma, rykkorn sem kemur málinu lítið við.

Hugtök eins og vitund, sál og andi gera þessa einföldu heimsmynd hans flóknari og hann vill sem minnst um þau ræða. – Hann flokkar þau helst með gerfivísindum og hirðurvitnum. Samt var það vitund mannsins sem fann upp vélina. Og auðvitað hefði alheimurinn enga merkingu ef engin vitund væri til að skynja hann.“

Baldur: „Gott og vel. Heimurinn hefur enga merkingu.“

Séra Ögmundur: „Jafnvel þessi fullyrðing þín sannar að vitund er til. Og alls staðar þar sem vitund er hefur tilveran merkingu.“

Tryggvi: „Þetta held ég að sé rétt. Aðeins þar sem vitund er ekki hefur veröld tíma, rúms og efnis enga merkingu.“

Hanna: „Svo þú heldur þá að vitundin eigi að vera grundvöllurinn í heimsmynd okkar tíma?“

Séra Ögmundur: „Já. Ég held það.“

Pétur: „Er hún það, – Baldur?“

Baldur: „Nei.“

Oktavía: „Þýðir það ekki að heimsmynd okkar sé röng?“

Björn: „Við getum sagt að hún sé ófullkomin. Sumu getum við ekki svarað.“

Pétur: „Við komumst aldrei neitt áfram með þessu móti. – Við verðum að halda skoðunum okkar og þekkingu aðskildum, eins og Þorsteinn segir.“

Stefán: „Og útiloka vitundina?“

Þorsteinn: „Vitund er ekki mælanleg. Allt í heimsmynd okkar tíma verður að vera mælanlegt. Heimsmynd okkar er vísindaleg. Hún hefur verið að mótast sjö síðustu áratugina. Hún byggist í fyrsta sinn á raunverulegri þekkingu á útpenslu alheimsins. Enginn kynslóð hefur haft í höndum nauðsynleg tæki til að afla réttra upplýsinga. Í fyrsta sinn sjáum við ekki aðeins alheiminn eins og hann er nú. Við getum líka séð hann eins og hann var í upphafi. Og meira að segja sagt fyrir um endalok hans.“

Séra Ögmundur: „Ég leyfi mér að efast um þetta.“

Stefán: „Og það gæti líka hugsast að mannlegur skilningur þarfnæðist nýrra vídda til að sjá heimsmyndina í réttu ljósi.“

Baldur: „Hugsanir af þessu tagi eru tímasóun.“

Þorsteinn: „Ég skal viðurkenna að það sem gerir þessi fræði erfið og vafasöm eru ónógar upplýsingar. En við megum ekki rugla saman trú og vísindum.“

Séra Ögmundur: „Það er líka til vísindatrú. Og vísindamenn geta verið ótrúlega bernskir í skoðunum sínum og staðhæfingum eins og annað fólk.“

Stefán: „Við getum aldrei komist framhjá þeirri staðreynd að bæði efni og vitund verða að vera tvö helstu hugtökin í heimsmynd okkar.“

Séra Ögmundur: „En raunar vita menn ekki mikið um hvað efni er og því síður hvað vitund er.“

Sigurður: „Jú, að sjálf sögðu.“

Þorsteinn: „Við skulum sleppa allri guðfræði og snúa okkur heldur að þeirri heildarmynd sem er þegar fullmótuð í öllum aðalatriðum, hvað sem hver segir.“

Oktavía: „En hún er án guðs?“

Þorsteinn: „Það er einfaldlega ekki okkar viðfangsefni.“

Séra Ögmundur: „Hvers vegna ekki?“

Pétur: „Við höfum ekki séð hann.“

Séra Ögmundur: „Þú sérð ekki heldur loftið sem fer upp í nefið á þér. – Þótt þú lifir á því.“

Baldur: „Er ekki komið nóg af þessu. Til þess að ráða við þetta viðfangsefni okkar verðum við að halda því innan vísindalegra takmarka.“

Björn: „Gætuð þið ekki sæst á það að hætta að tala um alveru sem við ekki þekkjum og takmarka ykkur við þann alheim sem við þekkjum?“

Stefán: „Jú, ef við ræðum um hann sem afmarkað fyrirbæri.“

Baldur: „Gott.“

Sigurður: „Hvað þurfum við að vita til að skilja alheiminn?“

Þorsteinn: „Við þurfum að byrja á því að öðlast skilning á vetrarbrautunum, svartholi og kvösum.“

Björn: „Og til að skilja þetta þurfum við að vita hvernig sólar myndast, þróast og slokkna.“

Baldur: „Við þurfum líka að skilja kraftana fjóra sem stjórna þróuninni.“

Stefán: „Og geislana sjö.“

Björn: „Við verðum líka að vita hvað efni er.“

Séra Ögmundur: „Og vitund.“

Pétur: „Við vorum búin að samþykkja að sleppa vitundinni.“

Séra Ögmundur: „Látum svo vera, fyrst um sinn.“

Sigurður: „Hvar á þá að byrja?“

Björn: „Að sjálfsögðu á upphafinu, Stórusprengju. Um hana eru næstum allir stjörnufræðingar okkar tíma sam mála.“

Sigríður: „En getum við treyst því fyrirfram að okkar heimsmynd sé rétt, þó að við höfum allar þessar nýju upplýsingar sem engin kynslóð hefur fengið á undan okkur?“

Baldur: „Jú. Hún er það að mínu viti í aðalatriðum.“

Stefán: „Ég leyfi mér að efast um það. Athugum það að hver einasta röksemd sem notuð hefur verið í 3000 ár byggist á fáfræði einhvers.“

Oktavía: „Og samt efaðist enginn um að þær væru réttar.“

Tryggvi: „Já. Leyfist mér að vekja athygli á því að í fyrri heimsmyndum voru engin vafaatriði hjá höfundum þeirra. Samt eru þær alrangar.“

Séra Ögmundur: „Ekki nauðsynlega að öllu leyti.“

Baldur: „Það er þá heppni ef eitthvað reynist rétt.“

Björn: „Við erum fyrsta kynslóðin sem viðurkennir mörg vafaatriði. Samt vitum við langmest.“

Sigurður: „Jæja. Er þá ekki best að fara að byrja á þessari ágætu heimsmynd okkar?“

Oktavía: „Engan asa. Verðum við ekki að vita hvaðan við komum til að vita hvar við erum?“

Pétur: „Við hvað áttu?“

Oktavía: „Er ekki rétt að rifja upp fyrri heimsmyndir?“

Þorsteinn: „Við getum verið að því í alla nótt.“

Sigurður: „Það mætti gera það í örfáum orðum. – Hver var heimsmynd okkar, Íslendinga, Hebrea, Grikkja, Hindúa?“

Pétur: „Enn á að eyða tínanum í ekki neitt.“

Oktavía: „Ég er ekki sammála. Það er gott að vita hvaðan við komum.“

Pétur: „En við vitum hvaðan við komum.“

Séra Ögrundur: „Ekki allir.“

Hanna: „Segið okkur þá frá þessu í mjög stuttu máli.“

Stefán: „Jæja þá. Þið þekkið öll sköpunarsöguna. Kjarninn er þessi: Guð sagði: „Verði ljós,“ og heimurinn varð til.“

Hanna: „Og heimsmynd Forn-Indverja. Hvernig er hún?“

Stefán: „Þær eru tvær þessar heimsmyndir Indverja. Eldri útgáfa er svona: Jörðin stendur á skjaldböku. Á hverju stendur hún? Á stærri skjaldböku. Og þannig endalaust.

Og svo seinni útgáfan í Nedanta: Í upphafi er guð. Hann skapar alheiminn. Alheimurinn kemur, hverfur og fæðist aftur. Aldur alheimsins er aðeins einn andardráttur guðs. Hann stendur yfir í 4.320.000.000 sólarár.

Sigurður: „Þetta er einkennileg tala.“

Stefán: „Já. Þú getur séð í RÍM, hinu mikla ritverki Einars Páls-sonar, að þessi tala er helgasta tala allra fornþjóða, tala heilags anda, – vegna þess að hver alheimur er einn andardráttur guðs. Og andi guðs skapar alheiminn og stjórnar honum.“

Pétur: „Hvernig er heimsmynd okkar Íslendinga?“

Stefán: „Frægustu heimsmynd okkar Íslendinga er að finna hjá Snorra Sturlusyni. Og hún er svona, í sem allra stystu máli:

Í upphafi var ekkert. Samt var til jötunn einn. Hvað át hann? Hann drakk mjólk úr kú þeirri er Auðhumla nefndist. Hvað át Auðhumla? Hún sleikti salt af steinum.“

Hanna: „Trúði Snorri þessu?“

Tryggvi: „Auðvitað ekki. Snorri er alltaf í ritun sinni að gera að gamni sínu. Hann var hálærður, kristinn heimspekingur sem las bókmenntir á latínu. Hann er aðeins að segja frá hugmyndum heiðinna manna sér til gamans.“

Sigurður: „Hvernig er heimsmynd Forn-Grikkja?“

Stefán: „Heimsmynd Grikkja þekkja líka allir: Í upphafi var Kaos, óskapnaður, ringulreið eða óskipulögð tilvera. Guðirnir

breyta Kaos í Kosmos. Kosmos er skipulögð tilvera, – alheimurinn. Himinninn, Úranus, er faðir okkar. Og jörðin Gaea, er móðir okkar.“

Oktavía: „Himinninn frjónvagar jörðina og líf verður til. Er það hugmynd þeirra?“

Þorsteinn: „Já. Eitthvað í þá veru.“

II

Hvert er upphaf heimsins?

Sigurður: „En hvert er þá upphaf heimsins samkvæmt heimsmynd okkar tíma?“

Björn: „Stórasprengja.“

Hanna: „Hvað er stórasprengja?“

Baldur: „Sjáðu til. Samkvæmt kenningunni um stórusprengju var allur hinn þekkti alheimur okkar upphaflega eldhnöttur, afar lítill á stjarnfræðilegan mælikvarða. Hann var geysilega þéttur og mjög heitur. Aðrir kalla þennan upphaflega eldhnött „Alheimseggið“, og enn aðrir „Hið eina upphaflega atóm“.

Pétur: „Og þessi eldhnöttur springur?“

Björn: „Já. Menn segja að hann hafi sprungið fyrir 12–20 ár-bílljónum.“

Oktavía: „Og síðan hefur alheimurinn verið í stöðugri útpenslu.“

Séra Ögmundur: „Í mínum huga eru gömlu svörin miklu skáldlegri, – og betri.“

Stefán: „Ég er ekki frá því að það sé rétt. – Í upphafi var stórasprengja! Er þetta einhver framför frá fyrri staðhæfingum? Í upphafi var guð, sögðu gömlu mennirnir. Í upphafi var ginnungagap, sagði Snorri Sturluson. Í upphafi var tómið og guðirnir staðsettu veruna í tóminu, sögðu vitringar Austurlanda. – Og nú segja menn spekingilegir á svip: Í upphafi var stórasprengja! Í upphafi var ljósið má lesa í góðri bók. – Stórasprengja. Já þvílíkar framfarir.“

Baldur: „Við erum ekki að reyna að vera skáldleg. Við erum að reyna að segja satt. Að skýra frá mælanlegum staðreyndum.“

Steinunn: „Hvað var á undan stórusprengju?“

Pétur: „Hættið svona spurningum. Við vorum búin að samþykkja að halda okkur við spurninguna um hinn þekkta alheim okkar frá upphafi til enda. Er það ekki nóg?“

Stefán: „Nei. Það er ekki nóg. En við skulum láta það gott heita þar til síðar.“

Baldur: „Gott og vel.“

Hanna: „Hvar vorum við?“

Pétur: „Í upphafi!“

Sigurður: „Hvað var til í upphafi?“

Oktavía: „Já. Og hvað var ekki til?“

Tryggvi: „Voru til atóm?“

Björn: „Nei, nei, nei. Þau koma löngu seinna.“

Sigurður: „Og þá ekki nein frumefni?“

Baldur: „Nei. Engin frumefni.“

Hanna: „Engin atóm! Engin frumefni! Var þá ekkert efni til?“

Björn: „Ekkert af því sem við nú köllum efni. Þá eru til fjölmargar tegundir hadróna en engar af þeim sem nú eru til.“

Sigurður: „Hvað eru hadrónur?“

Björn: „Það eru agnir sem mynda atómkjarnann.“

Pétur: „Bíddu við. Þú segir að í upphafi séu ekki til atóm eða frumefni. Hvað er þá eiginlega til?“

Baldur: „Í upphafi er aðeins til geislun, vetni og helíum.“

Pétur: „Er vetni og helíum ekki frumefni?“

Baldur: „Ekki í upphafi.“

Sigurður: „Hvers vegna ekki?“

Björn: „Vegna þess að þetta þrennt rennur þá saman í eitt. Það líða hundruð árþúsunda áður en geislunin víkur fyrir efninu.“

Oktavía: „Þá er hvorki vetni né helíum til í upphafi.“

Björn: „Það má segja það.“

Stefán: „Ég hef meiri áhuga á því sem ekki er til í upphafi.“

Hanna: „Sem ekki er til í upphafi? Við hvað áttu? Hvers vegna hefur þú áhuga á því sem þá er ekki til?“

Stefán: „Hvers vegna? Er það ekki augljóst? Þá virðist ekki vera til neitt af því sem skiptir okkur máli. Aðeins þessi eldhnöttur sem er . . . Ja, hvað er hann heitur?“

Baldur: „Hann er meira en þúsund milljón gráður.“

Stefán: „Já. Þúsund milljón gráða hiti. Er til lífsfjandsamlegri heimur en þetta? Hvernig getur líf komið frá svona upphafi? Segja ekki náttúruvísindin að allt lífsé aflífi fætt? Samt hefur líf þróast frá jafn algerum dauða og þúsund milljón gráða heitum eldhnetti. Er ekki sennilegt að eitthvað vanti í myndina? Er ekki einhverra neðanmálsskýringa þörf?“

Baldur: „Við skulum láta líffræðinni eftir að útskýra þetta.“

Stefán: „Líffræðin svarar engum heimspekilegum spurningum. Ekki fremur en þú.“

Séra Ögmundur: „Það sem mér hefur fundist furðulegast við þessa tilveru er fjölbreytni hennar. Það er alveg sama hvort menn rannsaka vetrarbrautir eða atóm, mynstur efnisins eða lífveru. Menn rekast alls staðar á ótrúlega flókin og nákvæm form. Hvernig geta þau komið frá slíku upphafi, sem sagt hvernig getur skipulögð tilvera komið frá Kaós, algerlega óskipulagðri tilveru?“

Stefán: „Já. Ég verð að segja að þessi ótrúlega fjölbreytni og hár-nákvæma og flókna niðurröðun er inér líka mikið undrunarefni – sérstaklega vegna þess að í upphafi er samkvæmt þessu ekkert til nema óskipulögð, einföld tilvera.“

Baldur: „Þetta er allt eðlileg og sjálfsögð þróun.“

Steinunn: „Hún er alls ekki sjálfsögð. Þetta er engan veginn sjálf-sagður hlutur. Það er vel hægt að hugsa sér alheim þar sem tilviljun og handahóf ríkir, alheim án mynstra og skipulagningar þar sem grundvallareiningar eins og prótónur og elektrónur eru á marklausri og tilgangslausri hreyfingu og mynda engin föst og skipulögð form sem stjórna hreyfingu þeirra.“

Sigríður: „En mín spurning er: Var engin vísbending til í heims-egginu um þá veröld sem nú er? Var þar ekki að finna vísi að öllu sem nú er líkt og alla eiginleika fuglsins er að finna í egginu og alla eiginleika trésins í fræi þess?“

Baldur: „Nei. Það verður engan veginn séð. Í þessu upphafi er ekki að finna neina vísbendingu hvorki um einföldustu efna-sambönd né einföldustu lífsform.“

Stefán: „En hvernig getur þá öll sú tilvera sem við þekkjum verið runnin frá gersamlega lífvana og óskipulögðum eldhnetti?“

Séra Ögmundur: „Og hvað stjórnar þessari nákvæmu þróun efnis-forma og lífs?“

Baldur: „Þetta eru heimspekilegar spurningar. Við eigum ekki svör við þeim nema að litlu leyti. Eigum við ekki heldur að snúa okkur að því sem við getum vitað?“

Steinnur: „Já. Það sem við getum vitað! Er það eins mikið og menn vilja vera láta? Ég heyri ekki beturen alls staðar vanti hið síðasta orð um alla hluti.“

Baldur: „Það verður kannski aldrei sagt um neitt.“

Sigurður: „En hafa menn þá nokkra sönnun fyrir því að kenningin um stórusprengju sé rétt kenning?“

Pétur: „Já. Hefur hún verið sönnuð? Er beinlínis hægt að sanna að alheimurinn hafi byrjað á ákveðnum tíma í heitum og þéttum eldhnetti?“

Björn: „Já. Það er hægt. Það er að segja. Rökin eru það sterk að flestir líta á þau sem sönnun.“

Hanna: „Hvernig er þá hægt að sanna þetta?“

Björn: „Einfaldlega með því að mæla geislun og helíum í alheiminum eins og hann er nú.“

Pétur: „Einfaldlega. Ha, ha. Ja há. Svo einfalt er það.“

Hanna: „Ég er ekki heldur alveg viss um að ég skilji hvað slíkar mælingar gætu sannað.“

Baldur: „Þetta er löng saga. Ég er ekki viss um að okkur entist öll nóttin til að rekja hana.“

Sigurður: „En í stuttu máli sagt?“

Björn: „Í stuttu máli sagt. Þeir menn sem settu fram kenninguna um stórusprengju gerðu það með stærðfræðilegum útreikningum. Samkvæmt þessum útreikningi töldu þeir að um allan alheim ættu að finnast leifar þessara miklu sprengju. Þeir reiknuðu út núverandi hitastig þessara leifa, öldulengd þeirra og

geislun. Það er augljóst að mælikvarðinn á sannleiksgildi þessarar kenningar um stórusprengju var að þessar leifar fyndust og mældust svipaðar og reiknað var með.“

Oktavía: „Og þær fundust?“

Björn: „Já. Þær fundust. – Og af öðruni mönnum en höfundum kenningarinnar. Þær hafa fundist um allan alheim, hvar sem inenn næla. Og mælingarnar sýndu að þær hafa nokkurn veginn sama hitastig og sömu öldulengd og reiknað hafði verið út fyrir fram.“

Hanna: „Eru sannanirnar fleiri?“

Björn: „Já. Þær eru það, raunar.“

Pétur: „Hverjar? Það hafði líka verið reiknað út af höfundum kenningarinnar um stórusprengju, að á fyrstu tuttugu mínútunum ætti um það bil fjórði hluti alheimsins að breytast úr vetni í helíum og þau hlutföll ættu enn að vera í gildi.“

Oktavía: „Hefur þessi útreikningur líka verið staðfestur með mælingum?“

Björn: „Já. Hann hefur verið staðfestur. Mælingar sýna að enn er hlutfallið það sama.“

Sigurður: „Áttu við að það afsannaði kenninguna um stórusprengju, ef það kæmi á daginn að í einhverjum hluta alheimsins væri mjög lítið helíum?“

Björn: „Já. Ef það sannaðist er kenningin um stórusprengju fallin.“

Tryggvi: „Hefur helíum alls staðar reynst vera fjórðungur eða meira af efnismagninu?“

Björn: „Já. Í Vetrarbrautinni okkar er það t.d. 29%.“

Baldur: „Í ungum sólum mælist það 30–33%. Þar sem það hefur mælst minnst er það fjórði partur.“

Pétur: „Hvar er það?“

Baldur: „Í litla Magellan skýinu, svonefnda.“

Steinunn: „En þetta eru ekki beinar sannanir.“

Björn: „Að vísu ekki en þetta sýnir að kenningin er í góðu samræmi við mælanlegar staðreyndir.“

Pétur: „Mér finnst nóg komið af þessu. Það sem ég vildi vita er

það hvað raunverulega gerist í stórusprengju. – Og hvernig þetta þróast allt saman.“

Sigurður: „Góð spurning.“

Hanna: „Já hvað gerist?“

III

Hvað gerist í stórusprengju?

Sigurður: „Hvað er það raunverulega sem gerist í upphafi – í þessari stórusprengju?“

Baldur: „Það gerist svo mikið á svo stuttum tíma að það verður að skipta fyrstu sekúndubrotum og mínútum niður í sjö tímabil. Við skulum byrja á fyrsta tímabilinu.“

Hanna: „Sem er hvað langt?“

Björn: „Það er aðeins einn hundraðasti úr sekúndu.“

Baldur: „Tímabil hins mesta þéttleika og krafts.“

Pétur: „Þetta hef ég alltaf vitað að allt sem mestu máli skiptir gerist ekki á mánuðum og árum heldur á broti úr sekúndu. Bang. Svona.“

Séra Ögmundur: „U-hum. Við skulum flýta okkur hægt. Ætlarðu að halda því fram, Björn, að menn viti hvernig ástandið var á fyrsta sekúndubroti – einum hundraðasta úr fyrstu sekúndu í sögu alheimsins?“

Björn: „Nei. Ég ætla ekki að halda því fram, séra Ögmundur. Viss vanþekking á ferli og hegðun efnis við þessar aðstæður veldur því að það er enn hula yfir hvað gerist í þessu fyrsta upphafi.“

Tryggvi: „En hvað heldur þú að hafi gerst?“

Oktavía: „Ég vil ekki síður fá að vita hvaða vandamál þetta eru sem enn eru óleyst.“

Baldur: „Vandinn er sá að á þessu stigi er hitinn meira, jafnvel miklu meira, en hundrað þúsund milljón gráður. Hvernig vinna

t.d. sterku kraftarnir við slíkar aðstæður? Það er mjög erfitt að kanna á rannsóknarstofum.“

Sigurður: „Sterku kraftarnir. Hvað er það?“

Baldur: „Sterku kraftarnir svokölluðu er krafturinn sem er að verki í atómkjarnanum. Það er sá kraftur sem heldur saman nifteindum og róteindum í atómkjarnanum. Þetta er sterkasta afl sem þekkist en áhrifasvæði þess er aðeins einn tíu milljón – milljónasti úr sentimetra.“

Tryggvi: „Hvað koma kraftar atómkjarnans þessu við? Á þessum tíma eru ekki til nein atóm.“

Björn: „Nei. Það er rétt. Það eru þá engin atóm til en það eru samt til tvenns konar agnir, eða brot af atómi, þungar atómagnir og léttar atómagnir. Þær þungu nefnast hadrónur og af þeim eru til fjölmargar tegundir t.d. prótónur, neftrónur, píónur, kaónur, eta mesónur, lambda hyperónur, sigma hyperónur . . .“

Pétur: „Er ekki komið nóg af þessari upptalningu?“

Björn: „Kannski. En gríptu ekki fram í fyrir mér. Þær léttu eru hins vegar kallaðar leptónur. Og þær eru neftrínur, elektrónur og múónur.“

Pétur: „Hættu þessari romsu og komdu þér að efninu.“

Steinunn: „Ertu að segja að sterku kraftarnir stjórni þessu öllu?“

Björn: „Nei, Steinunn. Þeir stjórna aðeins hadrónum. Þungu ögnunum. Þeir hafa ekki áhrif á léttu agnirnar.“

Sigurður: „Það er engu líkara en þú sért alltaf að reyna að komast hjá að svara þessari einföldu spurningu minni. – Hvað var fyrst?“

Pétur: „Það er einfaldlega vegna þess að hann veit það ekki, eins og hann sagði sjálfur.“

Steinunn: „Voru þessar hadrónur sem þú nefndir til í upphafi?“

Björn: „Nei. Ekki allra fyrst. Að minnsta kosti engin af þekktum hadrónum. Þær eru sennilega samsettar af upprunalegri atóm-ögnum sem sumir nefna kvark og aðrir stratónur.“

Sigríður: „Þetta er eins og að leita að kjarna í lauk. Ef ég má leggja hér orð í belg: – Blaði eftir blað er flett utan af lauknum en aldrei er komið að neinum kjarna.“

Sigurður: „Hvað var fyrst? Komdu þér nú beint að efninu, Björn.“

Björn: „Ja-a. Hvað var fyrst segirðu. Ég skal segja þér mína niðurstöðu.“

Pétur: „Já. Jæja. Mikið var.“

Björn: „Það sem upphaflega er til í þessari byrjun alheimsins, einum hundraðasta úr sekúndu í þessari löngu sögu, eru aðeins ljóseindir eða fótónur, allar hinar þekktu leptónur, auk þess stratónur, öðru nafni kvarkur.“

Oktavía: „En ljóseindir eða fótónur og aðrar leptónur eru ekki eiginlegt efni?“

Baldur: „Það er rétt. En efni verður til við árekstur ljóseinda.“

Stefán: „Getur þá efni orðið til úr því sem er ekki efni, ljóseindum eða fótónum?“

Björn: „Allt upprunalegt efni hefur orðið til við árekstur mismunandi ljóseinda.“

Steinunn: „En hvað þá um kvark, sem þú segir að hadrónur, þungu atómagirnir, hafi myndast úr?“

Baldur: „Bandaríkjamennirnir Murray Gell-Mann og George Zweig eru upphafsmenn kenningarinnar um kvark. En hópur efnafræðinga í Peking hefur komist að sömu niðurstöðu. Þeir kalla þessar upprunalegu örsmáu agnir ekki kvark heldur stratónur til að leggja áherslu á að þær mynda dýpri grundvöll veruleika en venjulegar hadrónur.“

Hanna: „Hvers vegna geta prótónur og neftrónur, eða róteindir og nifteindir, sem mynda atómkjarnann, ekki verið til í upphafi?“

Björn: „Málið er einfalt. Allt efni brotnar niður við ákveðið hitastig. Við aðeins nokkur þúsund gráður brotnar atóm niður í elektrónur og kjarna. Við nokkur þúsund milljón gráður brotnar atómkjarninn niður í prótónur og neftrónur. Og við hitastig sem er nokkrar milljónir milljóna gráða, brotna prótónur, neftrónur og allar hadrónur niður í frumhluta sína sem við nefndum kvark eða stratónur.“

Steinunn: „Svo það liggur þá loksins á hreinu hvað til var í upphafi?“

Baldur: „Já. Samkvæmt heimsmynd okkar tína er þetta þrennt í upphafi: 1) Ljóseindir eða fótónur, 2) Leptónur og antileptónur, 3) Kvarkur og antikvarkur.“

Björn: „Svona einfalt er þetta upphaf. Örsníðar agnir á frjálsri hreyfingu. Annað ekki.“

Steinunn: „Og frá þessu einfalda ástandi kemur þessi gjörólíka, óendanlega margbreytilega tilvera. – Og lífið sjálft.“

Björn: „Já. Það er ekki hægt að sjá annað.“

Oktavía: „Og efnið kemur frá ekki-efni?“

Björn: „Það kemur ekki frá neinu af því sem við nú köllum efni.“

Stefán: „Og lífið vex út úr dauðanum, ef svo mætti segja?“

Baldur: „Já. Hvað annað? Enginn býst við að líf geti þrífist í hundrað þúsund milljón milljóna stiga hita. Eða hvað?“

Stefán: „Ég hef ekki trú á að þessi heimsmynd verði langlíf.“

Baldur: „Hvað ætti að breyta henni?“

Stefán: „Nýjar forsendur. Nýjar forsendur, sem hljóta að koma breyta alltaf gamalli niðurstöðu.“

Séra Ögmundur: „Það er fleira sem getur breytt henni.“

Hanna: „Hvað?“

Séra Ögmundur: „Hvers vegna ekki gamlar forsendur?“

Pétur: „Og hvað áttu nú við með því?“

Séra Ögmundur: „Ég á við það að þessi einfalda skýring á upphafi heimsins sé ekki nógu einföld til að vera sönn.“

Pétur: „Ha, ha, ha. Ég held þú verðir að tala ljósara en þetta.“

Séra Ögmundur: „Ég get gert það. Í upphafi getur ekki verið margt. Í upphafi hlýtur að vera til aðeins eitt. Öll tilveran þrátt fyrir allan sinn yfirborðs margbreytileika er samtengd. Hún hlýtur að vera af einni rót. Þetta er rökfræðileg nauðsyn. Og þetta eru gamlar og sígildar forsendur.“

Pétur: „Gamlar og úreltar.“

Séra Ögmundur: „Það er ekki allt úrelt aðeins vegna þess að það er gamalt, Pétur minn. Allur sannleikur hlýtur að vera mjög

gamall. Annars væri hann ekki sannleikur. Allur veruleiki hlýtur að vera gamall. Og veruleikinn einn er sannleikur.“

Sigurður: „Svo það er þá að þínum dómi aðeins til gamall sannleikur og ný vitleysa?“

Séra Ögmundur: „Já. Ég held það. Allur sannleikur er gamall og margsagður. Vitleysan er ný og frumleg, – hún verður tíska sem kemur og fer.“

Sigurður: „Sei, sei. Nú þykir mér týra! Og þetta segir þú, séra Ögmundur, þó að það sé augljóst að mannkynið þekkir ekki ennþá einn milljónasta af neinu í sambandi við hinar stóru spurningar.“

Pétur: „Ekki til ný sannindi! Sér er nú hver vitleysan. Nei, vinir mínir. Ný sannindi eru að fæðast og eiga eftir að fæðast endalaust.“

Oktavía: „Þetta er ekki rétt. Þau eru ekki að fæðast og eiga ekki eftir að fæðast. Það er ekki rétt um nein grundvallarsannindi. Við erum hins vegar að uppgötva þau og eigum sjálfsagt eftir að uppgötva sannindi endalaust. Það er allt annað mál.“

Steinunn: „Ég hélt einmitt að nýr veruleiki væri alltaf að skapast og þess vegna ný sannindi.“

Þorsteinn: „Þetta er dæmigert tal þrætuspekinga. Við höfum enn ekki lokið við einn hundraðasta úr sekúndu af því sem á að heita heimsmynd okkar tíma, og þið þessir fyrirfram alvitru menn eruð strax búin að dæma hana úr leik.“

Sigurður: „Já. Hættið nú öllum heimspekilegum spurningum. Og höldum áfram með heimsmyndina.“

Oktavía: „Hvað með kraftana fjóra sem stjórna í þeim alheimi sem við þekkjum, veiku kraftana, rafsegulkraftana, aðdráttaraflíð og sterku kraftana. Voru þeir til í upphafi?“

Björn: „Að sjálfsögðu ekki eins og þeir eru nú. En þeir virðast þá hafa verið sameinaðir í eitt afl.“

Séra Ögmundur: „Sem þýðir að kraftarnir fjórir eigi sama grundvöll?“

Björn: „Já. Það er mjög sennilegt.“

- Baldur:* „En þetta eru mjög ólíkir kraftar.“
- Björn:* „Já. Að vísu. En í upphafi virðast kraftarnir hlýða hinu sama alheimslega lögmáli og hafa svipaðan styrkleika. Með öðrum orðum, þeir eru sameinaðir.“
- Tryggvi:* „Þú talar um alheimslegt lögmál sem hafi ríkt í upphafi.“
- Björn:* „Já. Nýjar rannsóknir gefa okkur ástæðu til að trúa því.“
- Sigurður:* „Og bæði kraftarnir fjórir; ljóseindir og efnisagnir, eða hvað á að kalla þær, lúta þessu afli?“
- Björn:* „Já. Það bendir flest til þess.“
- Steinunn:* „Var þá ekki Kaós eða ringulreið, eða óskipulögð tilvera í upphafi?“
- Björn:* „Það getur verið, allra fyrst. En það ástand hefur aðeins staðið yfir í örlítið brot úr sekúndu. Hið alheimslega lögmál tekur svo til strax stjórnina.“
- Pétur:* „En hvað með aðdráttaraflið?“
- Sigurður:* „Já. Hvað með aðdráttaraflið? Hvernig getur það verið til í þessu upphafi?“
- Pétur:* „Já. Hvernig getur verið til aðdráttarafl þar sem ekkert er til nema einn eldhnöttur með hámarkspéttleika, þar sem ekki eru til atóm og þess vegna ekkert af því efni sem til er nú?“
- Björn:* „Aðdráttarafl er ekki aðeins þar sem efnismassi er fyrir hendi. Það er til í sambandi við allar tegundir af orku.“
- Baldur:* „En miklu veikara.“
- Björn:* „Já núna. En það má ætla að í upphafi, nánar tiltekið 10^{-43} úr sekúndu frá byrjun Stórusprengju, hafi það verið jafnstærkt og sterku kraftarnir og nokkurt annað afl.“
- Baldur:* „En þá verður hitastigið að vera 10^{32} gráður á Kelvinmæli.“
- Tryggvi:* „Þetta eru aðeins stærðfræðilegar getgátur?“
- Björn:* „Þetta er stærðfræði sem byggist á viðurkenndum vísindum. En ég skal viðurkenna að vangaveltur um heim með þessu hitastigi hefur ekki mikið gildi. Við getum ekki vitað enn sem komið er að minnsta kosti hvað raunverulega gerist.“
- Oktavía:* „En við vitum að þar er allt fyrst og fremst geislun?“

Björn: „Já. Það er alveg ljóst. Heimurinn á þessu stigi er inismunandi tegundir af geislun.“

Oktavía: „Geislun sem er á ljóshraða?“

Baldur: „Já, að sjálfsgöðu. Öll geislun er á ljóshraða.“

Oktavía: „Geislunin er þess vegna ljós?“

Björn: „Já. Það má segja það. En það er ekki aðeins hið sýnilega ljós.“

Oktavía: „Er þá ekki réttast að niðurstaða okkar og svar við spurningunni um hvað hafi verið fyrst sé þessi: Í upphafi var ljósið, bæði hið sýnilega og hið ósýnilega ljós?“

Pétur: „A, ha. Ertu nú ekki með þessu að reyna að sveigja vísindin inn á guðfræðilegar brautir, útskýra nýja þekkingu með gömlu tákni?“

Oktavía: „Alls ekki. Hins vegar má segja að við séum að gefa gömlu tákni fyllri merkingu, útskýra það á nýjan hátt.“

Séra Ögmundur: „Þakka þér fyrir, Oktavía. Ég get fallist á þetta.“

Sigurður: „Leyfist mér að reyna að átta mig betur á þessu?“

Pétur: „Átta þig á hverju?“

Sigurður: „Þú sagðir, Björn, hluti sem stangast á. Þú sagðir að í upphafi hafi ríkt alheimslegt lögmál. Eitt allsherjar lögmál. Og þú viðurkenndir að í upphafi hafi ríkt Kaós, óskipulögð tilvera. Hvernig á að koma þessu heim og saman?“

Pétur: „Já. Og hvað er hið upphaflega hitastig?“

Björn: „Vísindamenn hafa talað um 10^{32} °K.“

Pétur: „Hvernig geta menn verið vissir um að til sé eitthvert hámarks hitastig?“

Björn: „Menn geta að vísu ekki verið vissir um það. En það er rökrétt að tala um mesta raunverulegan hita, – alveg á sama hátt og við tölum um mesta raunverulegan kulda. Kuldi getur ekki farið niður fyrir -273.16 °C, einfaldlega vegna þess að við getum ekki haft minni hita en engan hita.“

Pétur: „Þetta finnst mér nú ekki það sama.“

Björn: „Það kann að vera. En við verðum að reikna með þessu ákveðna upphafi. Hvað áður kann að hafa verið hefur enga merkingu í þessu sambandi.“

Hanna: „Svo að um þetta tímabil geta menn í raun og veru lítið vitað?“

Björn: „Já. Eins og ég sagði vita menn of lítið um hegðun efnis við slíkar aðstæður.“

Steinunn: „En hvað þá um Kaós? Óskapnaðinn, ringulreiðina og hina óskipulögðu tilveru. Hve lengi stóð ríki Kaós?“

Baldur: „Stjörnufræðingarnir John D. Barrow og Joseph Silk segja okkur að margt bendi til að strax eftir fyrsta 10^{-35} sekúndubrotið . . .“

Sigurður: „Þetta er þrjátíu og sex stafa tala.“

Baldur: „Já.“

Pétur: „Mér þykja þeir meira en lítið nákvæmir í útreikningum sínum.“

Sigurður: „Jæja. Haltu áfram.“

Baldur: „Já. Þessir stjörnufræðingar sem ég nefndi segja að strax eftir 10^{-35} brot úr sekúndu hafi tímabili Kaós lokið og tilveran breyst úr Kaos í Kosmos, – eða úr ringulreið í skipulagða tilveru.“

Séra Ögmundur: „Og það er þá strax sem þetta alheimslega lögmál tekur öll völd, – að ykkar áliti?“

Baldur: „Já. Menn hafa nefnt þetta lögmál lög án laga.“

Oktavía: „En það má segja að ákveðin lög hafi ríkt frá upphafi?“

Baldur: „Já. Næstum frá upphafi.“

Stefán: „Með tilliti til þess, að þetta örlitla sekúndubrot í upphafi sem kennt er við Kaós, er einnitt það tímabil sem vísindin vita minnst um, ætla ég fyrst um sinn að leyfa mér að hafa þá skoðun að heimurinn hafi aldrei verið stjórnlaus. Menn tala einfaldlega um Kaós vegna þess að þeir vita hvorki hvað gerðist né hvers vegna það gerðist.“

Pétur: „Ég á erfitt með að trúa þessari staðhæfingu að ljóseining eða fótóna, sem hefur hvorki þyngd né efnismassa og er þess vegna ekki efni, geti allt í einu orðið að efnisögn.“

Sigurður: „Já. Hvernig ætti það að geta gerst?“

Björn: „Eins og ég sagði, einfaldlega með árekstri tveggja ljóseinda.“

Pétur: „Það er enginn vandi að bera fram svona fullyrðingu, en getur þú sannað þetta eða útskýrt?“

Björn: „Ég skal reyna það. Þetta byggist á formúlu sem allir þekkja. Formúlu Einsteins $E = mc^2$.“

Pétur: „Já. Já. En, en sagði ekki einhver að það væri líka til vísindatrú? Menn sem engu trúa, trúa öllu sem kallað er vísindi. Það er alveg nóg að nefna Einstein. Annar eins maður og Albert Einstein fer ekki með neina lygi. En ég skal fúslega viðurkenna að ég er engu nær því að skilja hvernig efnismassi kemur frá fótónu sem hefur ekki efnismassa þó að þú nefnir þessa formúlu.“

Oktavía: „Engar málalengingar. Gefðu honum tækifæri til að útskýra þetta.“

Hanna: „Já. Hvað þýðir þessi formúla?“

Björn: „Hún þýðir það að hver efnisögn getur breyst í orku. E í þessari formúlu er orka, m efni og c hraði ljóssins.“

Pétur: „En þetta er þá formúla um það hvernig efni breytist í orku en ekki öfugt.“

Sigurður: „Og ég hélt að þetta væri formúlan um vetnissprengju.“

Björn: „Það er rétt. En hún þýðir líka að tveir skammtar af geislun eða tvær fótónur sem hafa nægilega mikla orku, það er að segja orku sem er jafnmikil og mc^2 eða er meiri, – geta þegar þær rekast á horfið sem slíkar og hætt að vera ljóseindir en orka þeirra breytist í tvær efnisagnir, sem hafa bæði þyngd og massa.“

Stefán: „En hvað gerist ef orka ljóseindanna er meiri en mc^2 eins og mér skilst að hún verði við meiri hita en þetta lágmarks hitastig?“

Björn: „Það gerist það sama við árekstur. Ljóseindirnar hverfa en í stað þeirra koma tvær efnisagnir. Umframorkan eykur aðeins hraða þeirra.“

Sigurður: „En ef orkan er minni en mc^2 ?“

Björn: „Þá geta fótónur ekki myndað efnisagnir við árekstur.“

Hanna: „En er hægt að sanna að þetta raunverulega gerist?“

Baldur: „Já. Það er hægt að sýna fram á það á efnarannsóknarstofum.“

Oktavía: „En hvað þarf inikla orku til að þetta geti gerst?“

Sigurður: „Já. Og hvar er þá orku að finna? Er hún nokkurs staðar til?“

Baldur: „Engan asa. Þetta eru tvær spurningar. Við seinni spurningunni er svarið nei. Alheimurinn er að sjálfsögðu fyrir löngu orðinn alltof kaldur til þess að slíkar breytingar geti gerst. Þær gerast eingöngu í upphafi.“

Sigurður: „En hvað þarf þá hitinn að vera mikill?“

Björn: „Lágmarkshiti til að breyta ljóseindum í efnisagnir er $6 \times 10^9 \text{K}$, – eða sex þúsund milljón gráður á Kelvinmæli.“

Hanna: „Hvernig er þetta fundið út?“

Baldur: „Það er of flókið mál.“

Pétur: „Nei. Við viljum fara niður í saumana á þessu.“

Björn: „Nú. Jæja. Orka ljóseindar verður hitastigið margfaldað með svokölluðum Boltzmanns fasta – sem er 0.00008617 elektrónvolt – á hverja hitagráðu á Kelvinmæli.“

Pétur: „Skiljið þið þetta?“

Oktavía: „Já. Hvers vegna ættum við ekki að skilja þetta? Þetta er einfalt reikningsdæmi.“

Hanna: „Hvað er þá heimurinn lengi að kólna niður í $6 \times 10^9 \text{K}$? Ég á við: Hvað stendur þetta tímabil lengi?“

Björn: „Að ljóseindir breytist í efnisagnir?“

Hanna: „Já.“

Björn: „Þetta ætti að gerast fyrstu mínúturnar.“

Pétur: „Hvað margar?“

Björn: „Já. – Tæplega þrjár mínútur. Hitastig alheimsins lækkar í hlutfalli við það að heimurinn stækkar. Heimurinn kólnar mjög ört við útpensluna. Eftir þrjár mínútur ætti hitinn eftir þessum útreikningum að vera kominn niður í 10^9K , eða þúsund milljón gráður á Kelvinmæli.“

Stefán: „Getur þú ekki, ef þetta er staðreynd, gefið okkur nákvæmari skýringar á hvernig ljóseindir verða að efni?“

Oktavía: „Já. Og hvaða efni þetta er sein skapast úr ljósi?“

Björn: „Hver sérstök efnisögn hefur sín sérstöku hitatakmark,

sem eru skilyrðin fyrir því að efnið skapist úr geislun. Þessi takmörk eru fundin eins og ég sagði með formúlunni $E = mc^2$ og Boltzmanns fasta sem er 0.00008617 elektrónvolt.“

Pétur: „Já. Það er ekki þetta sem við vildum helst vita heldur hitt hvernig þetta gerist.“

Björn: „Við höfum þegar talað um það.“

Pétur: „Ég á við hvaða efni eru þetta sem myndast þegar ljósagnir rekast saman?“

Björn: „Öll efni. Það geta öll efni myndast við árekstur fótóna.“

Pétur: „Við eigum erfitt með að trúa því.“

Björn: „Ég á við að allar þær upphaflegu atómagnir sem löngu síðar mynduðu fyrstu atómin, geta myndast úr ljóseindum.“

Pétur: „Ég vil fá þetta sundurliðað. Hvernig og hvenær kemur hver einstök atómögn fram við árekstur fótóna?“

Baldur: „Það yrði þurr og leiðinleg upptalning.“

Pétur: „Það gerir ekkert til. Það skiptir öllu máli að sjá hvort þetta er í raun og veru mælanleg staðreynd eða aðeins ein getgátan og ágiskunin í viðbót.“

Baldur: „Þetta er allt undir hitastiginu komið.“

Pétur: „Við vitum það. Það er þegar búið að margendurtaka.“

Björn: „Það er nauðsynlegt að vita að það er grundvallarregla í nútíma efnafræði að hver einstök efnisögn í náttúrunni á sér það sem kalla mætti andefni með nákvæmlega sama efnismassa og snúningi en gagnstæðri rafhleðslu. Þess vegna koma efnin fram tvö og tvö saman við árekstur fótóna eða ljóseinda. – Á ég að fara að telja upp við hvaða hitastig þetta gerist?“

Sigurður: „Já. Við viljum endilega fá að heyra það.“

Pétur: „Og það nákvæmlega.“

Björn: „Látum þá svo vera: Ef við byrjum á hadrónunum – þungu atómögnunum – þá þurfa þær hæst lágmarkshitastig til að geta myndast úr tveimur ljósskömmum. Nifteindin þarf alhæstan lágmarkshita – og ef við mælum hitann í þúsund milljón gráðum á Kelvinmæli, þá er tala neftrónunnar 10.903.“

Hanna: „Þúsund milljón gráður?“

Sigurður: „Já. Auðvitað. 10.903 þúsund milljón gráður.“

Tryggvi: „Og þá myndast við áreksturinn bæði n og n^+ , samkvæmt því sem þú sagðir áðan um efni og andefni.“

Björn: „Já það er rétt.“

Pétur: „Og hvað kemur næst?“

Björn: „Við næstlægsta lágmarkshita myndast prótónur, p og p^+ . Hitastigið er 10.888. Þarnæst koma píónur: píónur 0, píónur $^+$ og píónur $^-$. Lágmarkshitastig píóna er 1566.2 til 1619.7. Nú er komið að léttu efnisögnunum, leptónum. Þær eru múón $^+$ og múón $^-$ sem koma fram við lágmarkshitastig 1226.2. Og loks léttustu efni sem til eru, elektrónur $^+$ og elektrónur $^-$ með lágmarkshitastig 5.930 þúsund milljón gráður. Við þessi skilyrði myndast efnið úr ljósi, því sýnilega og ósýnilega.“

Pétur: „Svo að í upphafi verður þetta þá allt ein súpa, þar sem allt er allt?“

Björn: „Já. Það mætti segja það. Því að auðvitað gerist þetta líka öfugt. Það er að segja efnisagnir sem hafa efnismassa og þunga rekast saman og breytast í ljóseindir án efnismassa og þunga. Og þetta gerist með geysilegum hraða við þessar aðstæður í upphafi. Á fyrstu sekúndunni myndast líka neftrónur eða nifteindir við árekstur elektróna og prótóna.“

Steinunn: „Súpa! ekki nema það þó. Ég leyfi mér að mótmæla þessu orði.“

Pétur: „Hvers vegna?“

Steinunn: „Hvers vegna. Auðvitað vegna þess að það er villandi og hættulegt vegna síðari tíma sagnfræði. Þeir geta einfaldlega hengt sig í þetta eina orð.“

Pétur: „Þeir hverjir?“

Steinunn: „Hverjir? Auðvitað eftirkomendur okkar. Þeir gera ævinlega lítið úr fyrri hugmyndum og gera þær sem heimskulegastar. Þeir munu segja: Í fornöld sögðu menn að í upphafi hafi verið til skjaldbaka sem jörðin hvíldi á. Á tuttugustu öld hafa menn svo álitid að alheimurinn hafi í upphafi verið súpa.“

Pétur: „O, ætli það sé nú svo mikil hætta á að sagnfræðingar fram-

tíðarinnar fari að setja okkur á bekk með frumstæðu fólki sem útskýrði tilveruna sem endalaus röð af skjaldbököm?“

Steinunn: „Það er aldrei að vita. Allar söguþalsanir verða þannig til að orð er túlkað öðruvísi en það er hugsað.“

Hanna: „Jæja. Segjum það þá. Við strikuum þá út orðið súpa úr heimsmynd okkar.“

Steinunn: „Það er eins gott.“

Pétur: „Og setjum hvað í staðinn?“

Sigurður: „Við setjum í staðinn orðið efnablanda.“

Oktavía: „Nei. Ég held fast við að heimsmynd okkar byrji á setningunni: Í upphafi var ljósið. Og allt er skapað úr ljósinu og allt er ljós í umbreyttri mynd.“

Séra Ögmundur: „Hvers vegna ekki að segja það sem alltaf hefur verið sagt og verður alltaf sagt, vegna þess að það er sannleikurinn í málinu: Í upphafi var guð.“

Þorsteinn: „Getið þið ekki ennþá með nokkru móti skilið í hverju yfirburðir hinnar nýju heimsmyndar okkar liggja? Þeir liggja einmitt í því að við leggjum til hliðar allar staðhæfingar eins og þessar og byggjum í fyrsta skipti í sögunni á mælanlegum staðreyndum.“

Sigríður: „Er nú ekki kominn tími til að segja að fyrsta tímabili sé lokið? Viljið þið meira kaffi?“

Séra Ögmundur: „Já takk.“

Sigurður: „Já, – fyrsta tímabilinu af þessum sjö sem þú skiptir sögu alheimsins í.“

Björn: „Ekki sögu alheimsins. Aðeins þremur fyrstu mínútunum.“

Sigurður: „Já. Þremur fyrstu mínútunum átti ég við. En er þá ekki kominn tími til að snúa sér að næsta tímabili og halda áfram með mælanlegar staðreyndir?“

Hanna: „Já. Hvað næst?“

Björn: „Á öðru tímabili sem hefst eftir að einn hundraðasti úr sekúndu er liðinn og stendur yfir aðeins tíunda hluta úr sekúndu er alheimurinn orðinn aðeins fjögur ljósár að ummáli.“

Pétur: „En hvað er hann núna?“

Porsteinn: „Allar tölur um það eru ónákvæmar og breytilegar og hafa kannski enga merkingu, en menn nefna 125 þúsund milljón ljósár.“

Sigurður: „En sama efnismagn?“

Björn: „Já.“

Hanna: „Svo hann hlýtur á þessum tíma að hafa verið ákaflega þéttur.“

Björn: „Já. Það er rétt. Hann er þá um það bil 3.8 þúsund milljón sinnum þéttari og þyngri en vatn við núverandi aðstæður á jörðinni. – Alheimurinn þenst á þessu tímabili mjög ört út en það þýðir að bilin milli efnisagnanna stækka í réttu hlutfalli við stækkunina.“

Sigurður: „Og hann kólnar mjög ört líka.“

Björn: „Jú. Hann kólnar svo til í réttu hlutfalli við útpensluna.“

Pétur: „Eru til atóm á þessu tímabili?“

Björn: „Nei. Til þess er hitinn allt of mikill. Tímabilið hefst þegar hitinn er kominn niður í 100 þúsund milljón gráður eða 10^{11} á Kelvínmæli.“

Hanna: „En atómkjarni? Er hann ekki farinn að myndast?“

Björn: „Hann er ekki heldur til við þennan hita. Hann getur að vísu myndast en sundrast aftur á svipstundu.“

Pétur: „En efnið í hann er til?“

Björn: „Já. En ekki mikið. Aðeins ein róteind eða nifteind á móti þúsund milljón ljóseindum og eindum sem hegða sér eins og geislaskammtar.“

Tryggvi: „Er þá svipað magn af nifteindum og róteindum?“

Björn: „Já. Og þær breytast mjög ört. Prótona í neftrónu og neftróna í prótonu.“

Sigurður: „Ég skil ekki hvers vegna þú talar um ákveðna stærð alneimsins, Björn. Ef þú dregur hring utan um alheiminn og segir: Innan þessa hrings er alheimurinn. Já. Þá hlýt ég að spyrja. Hvað er utan þessa hrings? Er ekki erfitt að svara þeirri spurningu og segja: Ekkert? Getur alheimurinn ekki alveg eins verið óendanlegur og ótakmarkaður?“

Björn: „Auðvitað getur hann verið það. Um það er ekkert hægt að segja.“

Baldur: „Heimsýnynd okkar er byggð á stórusprengju og sá alheimur sem úr henni skapast er hinn þekkti alheimur og hefur einn nokkra merkingu.“

Hanna: „En setjum nú svo samt sem áður að alheimurinn sé ótakmarkanlegur. Mundi það þá ekki breyta öllum þessum útreikningi?“

Björn: „Nei. Það mundi engu breyta.“

Oktavía: „Jæja. Sem sagt, – enn eru ekki til neinir varanlegir atómkjarnar, róteindir og nifteindir eru jafnmargar, geislunin er alráð og allt breytist í allt í þessu hitajafnvægi. Hitinn er 10^{11} K. Og einn hundraðasti úr sekúndu er liðinn frá upphafi heimsins. – Hvað kemur næst?“

Björn: „Næst kemur þriðja tímabilið. Þá eru liðnar 0.12 sekúndur frá upphafi heimsins. Hitinn hefur fallið niður í 30.000 milljón gráður. Heimurinn hefur að sjálfsögðu þanist meira út og þéttleikinn minnkað niður í að vera 30 milljón sinnum meiri en þéttleiki vatns. Enn sem fyrr er alheimurinn mestmegnis byggður upp af elektrónum, pósítrónum, neftrinum, andneftrinum og fótónum. Og allt þetta er geislun þar sem allt breytist ört hvað í annað í þessu hitajafnvægi.“

Tryggvi: „Fyrst þetta er næstum óbreytt ástand með tilliti til efnis eða geislunar, – hvaða ástæða er þá að kalla þetta sérstakt tímabil?“

Björn: „Það gerast hér mikilvægar breytingar, þróun sem stefnir í átt til myndunar fyrsta varanlega atómkjarnans.“

Oktavía: „Ekki getur hann myndast við þetta hitastig.“

Björn: „Nei. Ekki nema örstutta stund. En það að alheimurinn hefur þó kólnað þetta mikið gerir nifteindum, sem eru þyngri, auðveldara að breytast í róteindir og öfugt. Fyrir þetta tímabil var eins og ég sagði jafnmikið til af róteindum og nifteindum. En vegna þessarar þróunar breytist hlutfallið þannig að nifteindir verða 38 af hundraði en róteindir 62 af hundraði.“

Sigurður: „Svo að það sem einkennir þriðja tímabilið er það að

hafin er greinileg þróun efnisins í átt að myndun hins fyrsta atómkjarna?“

Björn: „Já. Við skulum segja að svo sé.“

Stefán: „Þó að sannleikurinn sé auðvitað sá að þróun til alls byrjar strax í upphafi.“

Pétur: „Burtu með heimspekina. Hún bara ruglar heimsmyndina.“

Steinunn: „Þvert á móti. Hún skýrir hana. Upphaf allra fræðigreina er heimspeki. Og háþróaðasti hluti hverrar fræðigreinar er líka heimspeki hennar. Stjörnufræðin er engin undantekning hvað það snertir.“

Pétur: „Sleppum þessu. Hvað gerist næst. Við erum komin að fjórða tímabilinu. Er það ekki?“

Björn: „Jú. Fjórða tímabilið. Þá er hitinn fallinn niður í 10.000 milljón gráður eða 10^{10} á Kelvinmæli.“

Baldur: „Og það er liðin 1.1 sekúnda frá upphafi sköpunarinnar eða stórusprengju.“

Stefán: „Stórasprengja getur ekki verið upphafið.“

Pétur: „Við vísum þessari athugasemd frá.“

Sigurður: „Við viljum fá að vita hvað hefur orðið um þessa geislaskammta eða efnisagnir sem til eru í upphafi.“

Hanna: „Já. Hvað um ljóseindirnar?“

Björn: „Þær eru ennþá ríkjandi. En heimurinn breytist stöðugt og verður smám saman flóknari.“

Tryggvi: „Og hvað er hér að fréttu af neftrinum eða fiseindum svo við göngum á röðina frá geislun og léttleika til efnis og þunga?“

Björn: „Þær fara að hverfa.“

Pétur: „Hverfa?“

Björn: „Já. Pétur. Alheimurinn hefur nú þanist það mikið út og kólnað að þessar efnisagnir eða geislaskammtar fara að ganga út úr því hitajafnvægi sem hefur verið algilt fram að þessu. Og þær koma ekki lengur við sögu nema hvað orka þeirra heldur auðvitað áfram að vera hluti af alheimsorkunni.“

Pétur: „Ganga út úr hitajafnvæginu?“

Björn: „Já. Þær fara að hegða sér eins og frjálsar einingar og eru

ekki lengur í þessu hitajafnvægi með elektrónum, pósítrónum og fótónum.“

Tryggvi: „Er ástandið þá óbreytt hvað snertir elektrónur?“

Björn: „Nei. Ekki óbreytt. Elektrónum og pósítrónum fer nú fækkandi.“

Sigurður: „Hvað veldur því?“

Björn: „Minnkandi hiti. Þær eyðast hraðar en þeim fjölgar með árekstrum fótóna eða geislaskammta.“

Pétur: „En hvað er þá að segja um þróun róteinda og nifteinda? Eru þær farnar að mynda varanlegan atómkjarna?“

Björn: „Nei. Ekki ennþá. En hlutföllin eru alltaf að breytast. Nú eru nifteindir orðnar aðeins 24 af hundraði en róteindir 76.“

Hanna: „Og ekki þarf að spyrja að því að alheimurinn þýtur út í allar áttir með æðisgengnum hraða.“

Baldur: „Já. Og þéttleikinn minnkar auðvitað að sama skapi. Hann er nú orðinn miklu minni en áður. – Aðeins 380.000 sinnum þéttari en vatn.“

Stefán: „Þessar fullyrðingar um einstök atriði eru afskaplega afdráttarlausar. Þær eru raunar þannig að ég get ekki tekið þær fullkomlega trúanlegar.“

Baldur: „Það var auðvitað enginn sem horfði á þetta gerast.“

Björn: „En þetta er allt eitt og sama reikningsdæmið þar sem gefnar eru þekktar stærðir. Auðvitað vantar nákvæmari og fleiri upplýsingar, – en ég held að þetta sé í aðalatriðum rétt lýsing á því sem gerðist í upphafi þegar alheimurinn varð til.“

Stefán: „Þú ert í raun og veru mikill trúnaður.“

Pétur: „Haldið þið heldur áfram með söguna um hvernig heimurinn varð til.“

Sigurður: „Segðu okkur þá frá fimmta tímabilinu.“

Baldur: „Já. Ég vil það miklu heldur en að tala um hluti þar sem allar fullyrðingar eru jafngóðar, – vegna þess að ekkert er hægt að mæla eða sanna.“

Oktavía: „Við skulum slá öllum deilum á frest.“

Sigurður: „Fimmta tímabilið. Er það ekki þetta merkilega tímabil þegar nifteindir og róteindir mynda í fyrsta skipti varanlegan

atómkjarna og grundvöllur er lagður undir það sein við nú köllum efni?“

Björn: „Nei. Ekki enn. Það eru aðeins liðnar 13.83 sekúndur frá upphafi heimsins og hitinn er nú 3000 milljón gráður 3×10^9 °K.

Tryggvi: „Ég hefði haldið að alheimurinn væri orðinn nógu kaldur til að atómkjarni venjulegs helíum He^4 gæti myndast. Hann þolir mjög mikinn hita án þess að leysast upp. Hann hefði getað komið fram á fjórða tímabili.“

Pétur: „Er ekki einhver skekkja í útreikningnum hjá þér, Björn?“

Björn: „Nei. Hann getur ekki komið fram fyrr en á næsta tímabili.“

Pétur: „Hvers vegna ekki?“

Björn: „Það er að vísu rétt hjá þér, Tryggvi, að atómkjarni venjulegs helíum er mjög sterklega tengdur og þolir meiri hita en þetta eins og þú sagðir. En hann getur ekki myndast án trítíum atómkjarna eða kjarna úr helíum þrír. Báðir þessir atómkjarnar þola miklu minni hita og springa við 3×10^9 °K. Svo að þyngri atómkjarnar geta enn ekki orðið varanlegir. Það gerist ekki fyrr en á sjötta tímabili.“

Hanna: „Hvað er trítíum, eða þrívetni?“

Björn: „Það er þyngsta tegund vetnis H^3 . Í atómkjarna þess er ein róteind og tvær nifteindir.“

Sigurður: „Hvað er helíum þrír?“

Björn: „Helíum þrír hefur atómkjarna sem í eru tvær róteindir og ein nifteind.“

Oktavía: „Hvaða breytingar verða þá helstar á fimmta tímabilinu?“

Björn: „Elektrónur og pósítrónur sem hafa verið helstu einingar alheimsins fram að þessu víkja nú mjög ört, og við það seinkar nokkuð kælingu heimsins. Þegar talað er um hita alheimsins frá þessari stundu er átt við hitastig fótóna, – ljóseindanna.“

Sigurður: „Og eru aðrar breytingar á fimmta tímabilinu?“

Björn: „Já. Hlutfallið milli róteinda og nifteinda er ennþá að breytast. Nifteindir eru nú orðnar aðeins 17 af hundraði og róteindir 83.“

Hanna: „Hvað verður um þessar nifteindir?“

Baldur: „Á næsta tímabili hverfa þær næstum allar.“

Hanna: „Hverfa. Hvert?“

Baldur: „Inn í helíumkjarnana.“

Sigurður: „Og það gerist á næsta tímabili, sjötta tímabilinu.“

Björn: „Já.“

Pétur: „Jæja. Segðu okkur nú frá því sem gerist á þessu sjötta tímabili.“

Baldur: „Já. Þetta er mjög merkilegt tímabil.“

Sigurður: „Hvers vegna?“

Björn: „Vegna þess eins og ég sagði að hér verða til fyrstu varanlegu atómkjarnarnir, undirstaða efnisins.“

Baldur: „Hér verður til atómkjarni venjulegs helíum He^4 .“

Björn: „Já.“

Sigurður: „Hvernig?“

Baldur: „Ég held ykkur mundi leiðast að hlusta á það. Væri ekki best að sleppa því?“

Pétur: „Láttu okkur um það hvað við skiljum og munum. Við erum engin smábörn sam þarf að mata á eintómu léttmeti.“

Baldur: „Þetta er samt svolítið hart undir tönn.“

Oktavía: „En við biðjum um nákvæma lýsingu af því sem gerist. Annars verður heimsmyndin í brotum og ófullkomin.“

Sigurður: „Nú, nú. Hvernig myndast þá þessir fyrstu atómkjarnar?“

Pétur: „Og byrjaðu á byrjuninni. Það er komið sjötta tímabil og hitinn er . . .?“

Björn: „Já. Það er sjötta tímabil. Og 3 mínútur og tvær sekúndur eru liðnar frá upphafi. Hitinn er kominn niður í þúsund milljón gráður 10^9K . Hann er ekki nema sjötíu sinnunum meiri en hitinn í miðju sólarinnar nú. Elektrónur og pósítrónur eru að mestu horfnar, en helstu einingar heimsins eru áfram fótónur, neftrínur og andneftrínur. Og stuttu eftir upphaf þessa tímabils gerist það sem við höfum verið að leita eftir. Alheimurinn er orðinn nógu kaldur til að róteind og nifteind geti myndað atómkjarna þungs vetnis, sem nefnist tvívetni. Þessi þungi vetniskjarni get-

ur síðan rekist á róteind eða nifteind og myndað annað hvort atómkjarna helíum 3 (He^3) eða atómkjarna þyngsta vetnis sem kallað er trítíum (H^3). Loks getur helíum 3 rekist á nifteind og myndað atómkjarna venjulegs helíum (He^4).“

Baldur: „Og það getur líka myndast með því að trítíum atómkjarni rekist á róteind, því að í atómkjarna venjulegs helíum eru tvær róteindir og tvær nifteindir.“

Pétur: „Hættu nú.“

Baldur: „Var það ekki þetta sem þú baðst um?“

Pétur: „Þið hefðuð getað borið þetta fram í þynnri sneiðum.“

Baldur: „Ég hélt að þið væruð engin börn sem þyrfti að mata á tómu léttmeti.“

Hanna: „Þetta er fullmikið til að muna.“

Björn: „Þetta er mjög almenn þekking.“

Hanna: „Ég man þetta samt ekki!“

Baldur: „Á ég að endurtaka þetta?“

Pétur: „Nei!“

Sigurður: „Við vitum að minnsta kosti að nú er kominn fram atómkjarni í tvö fyrstu frumefnin, – vetni og helíum.“

Oktavía: „Þú sagðir að nifteindirnar, sem eru þyngstu efnisagnirnar, væru allar horfnar?“

Björn: „Já. Strax eftir að alheimurinn hefur þanist nógu mikið út og kólnað nógu mikið til að atómkjarni tvívetnis geti myndast . . .“

Hanna: „Hvað var nú aftur þetta tvívetni?“

Björn: „Tvívetni er þungt vetni H^2 . Atómkjarni tvívetnis er kallaður devteróna og í honum er ein róteind og ein nifteind.“

Sigurður: „Og eftir að einn af þessum fyrstu atómkjörnum er myndaður . . . Hvað gerist þá?“

Björn: „Þá verða mjög miklar breytingar. Svo til allar nifteindir sem eftir eru hverfa inn í atómkjarna helíums.“

Sigurður: „En voru þær ekki næstum horfnar?“

Björn: „Nei. Þegar atómkjarnar fara að myndast eru eftir um 13 prósent af nifteindum. Og þær eru um helmingur þess þunga sem er í helíum. Ef þessi útreikningur er réttur þá ætti helíum

að vera um 26 prósent af því efni sem er í okkar þekkta alheimi.“

Tryggvi: „Og rannsóknir og mælingar hafa staðfest að þetta sé rétt?“

Björn: „Já.“

Baldur: „Ekki nákvæmlega. Ef ég man rétt þá hefur helíummagn-ið mælst heldur meira.“

Björn: „Já. Það er rétt. Það hefur mælst heldur meira.“

Pétur: „Hefur það þá ekki áhrif á þessa kenningu? Þarf ekki að lagfæra hana eitthvað?“

Björn: „Nei. Í raun og veru ekki. Þetta þýddi aðeins að sá tími þegar varanlegir atómkjarnar fara að myndast hefur byrjað ör-lítið fyrr. Eða þegar nifteindir voru 14 af hundraði á móti 86 af róteindum. Það þýddi að helíummagnið í alheimi nú getur ekki farið mikið yfir 28 af hundraði.“

Sigurður: „Nú. Hvað er þá fleira um breytingar á þessu merkilega tímabili að segja?“

Baldur: „Það er ýmislegt. Fótónurnar, ljóseindirnar, eru byrjaðar að fara sínar eigin leiðir í hegðun sinni. Þær eru orðnar meira en þriðjungí heitari en elektrónur og neftrínur.“

Oktavía: „En þær höfðu áður sama hitastig. Var það ekki?“

Baldur: „Jú.“

Hanna: „Hvað eru þessar neftrínur?“

Björn: „Það er dálítið erfitt að skilgreina þær. Þær hafa ekki massa og ekki rafhleðslu, aðeins veikan segulkraft. Þær skiptast í elektrónu tegund (Ve) og múón tegund (Vu).“

Sigurður: „Og hvað var nú múón aftur?“

Björn: „Ein af frumögnunum sem til voru í upphafi. Það er svipað elektrónu. Með neikvæða hleðslu. En það er 207 sinnum þyngra en elektróna.“

Oktavía: „Sem sagt ljóseindirnar hegða sér öðruvísi en elektrónur og neftrínur. Og ljóseindirnar orðnar meir en þriðjungí heitari.“

Sigurður: „En mér skilst að aðalatriði þessa tímabils sé fyrsta myndun atómkjarna?“

Björn: „Já. Og þeim fjölgar gífurlega ört.“

Oktavía: „Koma þá ekki fram atómkjarnar, sem eru þyngri en he-
líum?“

Björn: „Nei. Hitinn er ennþá of mikill. Það geta enn ekki myndast
neinir atómkjarnar með fimm eða átta efnisagnir.“

Séra Ögmundur: „Ég verð nú að lýsa yfir þeirri skoðun minni, að
í þessari frásögn gæti allt of mikils vísindalegs sjálfsöryggis.“

Stefán: „Já. Ég er samnála. Og sjálfsánægju. Það er allt of mikið
sem við vitum ekki, bæði smátt og stórt, til að við getum fullyrt
allt þetta.“

Tryggvi: „En ég vil aftur á móti þakka fyrir mig. Ég hef ekkert
heyrt sem hefur gefið mér skýrari mynd af upphafi heimsins, –
eða sennilegri.“

Steinunn: „Það get ég líka tekið undir. Mér finnst að þessi heims-
mynd verðskuldi það að hún sé tekin alvarlega og könnuð ræki-
lega.“

Sigurður: „En hver er þá niðurstaðan. Höfum við svarað spurn-
ingunni um hvað var fyrst? Og hvernig heimurinn varð til?“

Þorsteinn: „Við höfum komist að þeirri niðurstöðu að okkar
þekkti alheimur eigi sér ákveðið upphaf, stað og stund.“

Stefán: „Er þetta ekki svolítið vandræðaleg staðhæfing.“

Þorsteinn: „Hvernig þá?“

Stefán: „Hvernig? Liggur ekki beint við að spyrja: Hvað var á
undan þessum alheimi sem byrjar á ákveðnum stað og tíma?“

Hanna: „Hugsanlega annar alheimur.“

Stefán: „Og hvað var á undan honum?“

Sigurður: „Hugsanlega óendanleg röð alheima. Við getum ekkert
um þetta vitað.“

Séra Ögmundur: „Var það kannski þetta sem vakti fyrir mannin-
um sem sagði að heimurinn hvíldi á skjaldböku og hún á annarri
stærri og þannig endalaust?“

Pétur: „Já. Nú eru sumir heldur betur komnir í mótsögn við sjálfa
sig. Fyrst segið þið að heimurinn hafi byrjað að vera til og nú
segið þið að hann sé eilífur og hafi aldrei byrjað að vera til.“

Björn: „Þetta er engin mótsögn. Við verðum hér að greina milli

tveggja gersamlegra ólíkra hugtaka. Annars vegar okkar þekkta alheims sem byrjar og endar. Og hins vegar hugsanlegrar alveru sem við vitum ekkert um. Alvera getur ekki byrjað að vera til og líður þess vegna heldur aldrei undir lok. En þetta er ekki okkar viðfangsefni.“

Baldur: „Nei. Alveran er ekki vísindalegt viðfangsefni.“

Séra Ögmundur: „Ég held að við ættum að temja okkur meiri auðmýkt gagnvart þessum djúpu leyndardómum. Þeir eru ekki vísindalegir vegna þess að þeir eru ekki mælanlegir. En þeir eru samt innsti veruleikinn.“

Baldur: „En veruleiki sem við vitum ekkert um.“

Pétur: „Og ættum þess vegna ekki að eyða tímanum í að ræða um svona hluti.“

Oktavía: „Við gerum það nú samt.“

Sigríður: „Er það ekki þessi innsti veruleiki sem menn hafa alltaf kallað guð?“

Pétur: „Það er lítið svar.“

Oktavía: „Þekkir þú annað betra?“

Pétur: „Ég reyni ekki einu sinni að svara þessu.“

Steinunn: „Nei. Það eru ekki heldur til nein svör við hinum stóru spurningum heimsmyndunarfræða.“

Sigurður: „En framtíðin gæti hæglega fundið svör við mörgu sem fyrri kynslóðir áttu engar skýringar á aðra en goðsögur.“

Baldur: „Og nú er komið að lokatímabilinu í þessari mestu sköpun allra tíma, stórusprengju.“

Björn: „Já. Sjöunda tímabilið. Það er með í þessari sögu, til að líta yfir það sem gerst hefur og horfa á síðustu myndina af alheimi í árdaga.“

Hanna: „Hvers vegna það? Gerist ekki alltaf jafnmikið í þessari sögu alheimsins?“

Pétur: „Ekki trúi ég því að hér sé um neinn hvíldardag að ræða, – eða hvað?“

Björn: „Þó einkennilegt sé mætti kalla þetta hvíldardag og hann langan.“

Sigurður: „Alheimurinn heldur þó áfram að þenjast út.“

Baldur: „Já. Hann heldur áfram að þenjast út og kólna, að sjálf-sögðu. En frá vissu sjónarhorni gerist ekki neitt næstu sjö hundruð þúsund árin.“

Oktavía: „Verða ekki atóm til á þessum sjö hundruð þúsund árum fyrst atómkjarninn er orðinn til?“

Björn: „Nei. Til þess er alheimurinn ennþá of heitur.“

Sigurður: „Og það myndast ekki vetrarbrautir og sólr?“

Hanna: „Og ekki líf?“

Baldur: „Nei. Ekkert af þessu.“

Pétur: „En hvað gerist þá eftir þetta sjö hundruð þúsund ára hvíldartímabil?“

Björn: „Þá gerist það að alheimurinn hefur kólnað nógu mikið til þess að elektrónur og atómkjarni geti sameinast og myndað atóm.“

Oktavía: „Varanlegt atóm?“

Björn: „Já. Varanlegt atóm.“

Hanna: „Og fyrstu frumefnin verða til?“

Björn: „Já.“

Sigurður: „Hvaða frumefni?“

Björn: „Þau fyrstu eru aðeins tvö, helíum og vetni.“

Oktavía: „Og á þessum tíma, 700.000 árum eftir að sjöunda tímabili lýkur, er alheimurinn orðinn aðeins tvennt: helíum og vetni?“

Björn: „Nei. Ekki er hægt að segja það. Það er til bæði efni og ljós, eða geislun. Ljóseindirnar hafa skilið við efnið. En það er einmitt skilyrði þess að atóm geti myndast.“

Hanna: „Og atómin mynda síðan vetrarbrautir og sólr?“

Baldur: „Já.“

Sigurður: „Og vetrarbrautir og sólr eru þá myndaðar úr þessum tveimur efnum, vetni og helíum?“

Baldur: „Já. Alheimurinn þá er næstum eingöngu vetni og helíum.“

Pétur: „Í hvaða hlutföllum?“

Baldur: „Helíum 22–28 af hundraði. Hitt er vetni.“

Pétur: „Eru þessar tölur útreikningar eða mælanlegar staðreyndir?“

Björn: „Hvorttveggja. Rannsóknir og mælingar margra vísindamanna á ólíkum stöðum hafa staðfest þetta.“

Sigurður: „Svo að útreikningar og mælanlegar staðreyndir stangast ekki á?“

Björn: „Þvert á móti. Eins og við höfum talað um áður.“

Pétur: „En þú hefur verið að tala um það sem gerist eftir sjöunda tímabilið. Hvenær er þetta sjöunda tímabil og hvað gerist þá?“

Björn: „Það er þegar liðnar eru 34 mínútur og 40 sekúndur frá upphafi heimsins, eða öllu heldur byrjun stórusprengju. Hitinn er nú 300 milljón gráður $3 \times 10^8 \text{K}$.

Pétur: „Þú ert alltaf að tala um þennan óskiljanlega háa hita. Hvað er eiginlega hitastig alheimsins eins og hann er nú á okkar tíð?“

Björn: „Hitinn er um þrjár gráður á Kelvinmæli.“

Oktavía: „Við skulum snúa aftur til sjöunda tímabilsins. – Hvernig er þá ástand alheimsins? Hvaða efni eru þar og á hvaða stigi?“

Björn: „Þá er alheimsorkan 69 af hundraði í formi ljóseininga og 31 hundraðshluti neftrínur og andneftrínur.“

Pétur: „Hvað með róteindir og nifteindir, þennan vaxtarbrodd í átt til efnis? Þær ganga ekki lausbeislaðar lengur, – eða hvað?“

Björn: „Nei. Þær eru nú orðnar fastur atómkjarni.“

Sigurður: „Þær eru þá helíumkjarni og vetniskjarni?“

Björn: „Já. Nifteindir eru bundnar í helíumkjarna. Róteindir eru orðnar svokallaðar frjálsar róteindir, sem er sama og segja að þær séu vetniskjarni.“

Oktavía: „Og þú ert búinn að tala um framhaldið. – Þennan sjöhundruð þúsund ára samningafund við elektrónur áður en samkomulag næst og atóm verður til!“

Pétur: „Og þá er nú hætt við að trúarbrögðin okkar falli alveg, séra Ögmundur.“

Séra Ögmundur: „Alls ekki. Þvert á móti. Hvers vegna ættu trúarbrögðin ekki að þola sannleika? Er guð ekki sannleikur?“

Oktavía: „Og þá ættu öll ný sannindi að færa menn nær guði sínum?“

Stefán: „Já. Hvers vegna ekki?“

Séra Ögmundur: „Ég endurtek það sem ég hef sagt áður. Það eru engin ný sannindi til. Allur sannleikur er mjög gamall.“

Oktavía: „Ég á við að hann sé okkur nýr þegar við fyrst uppgöt-
um hann.“

Sigurður: „En í trúarbrögðum okkar er ýnislegt sem sanngjarnir menn sjá að ekki stenst vísindalega gagnrýni.“

Séra Ögmundur: „Trúin stenst ef kjarni hennar er sannur. Guðfræðingar hafa gott af gagnrýni og þeir eins og allir aðrir hafa öðru hverju þurft að leiðrétta rangar hugmyndir. Þetta er saga allrar þróunar. Ekki aðeins hjá trúmönnum, heldur líka hjá vísindamönnum, heimspekingum, stjórnmálamönnum og öllum öðrum.“

Björn: „Já. Það er auðvitað margt sem við vitum ekki. Við vitum ekki hvað var á undan stórusprengju. Við vitum ekki hvort alheimurinn þenst út endalaust eða snýr við. Við vitum ekki hvað til er mikið ósýnilegt efni í alheiminum.“

Stefán: „Nei. Sei sei nei. Það er svo sem ekki allt sem vísindin vita.“

Baldur: „Þú mátt gera lítið úr vísindunum ef þú vilt. En það verða tæplega aðrir en vísindamenn sem geta hugsanlega fundið svör við þessum spurningum.“

Stefán: „Það er nú samt eitt sem vantar mjög tilfinnanlega í þessa heimsmynd.“

Björn: „Hvað er það?“

Stefán: „Það er vitið. Vitundin.“

Pétur: „Vitið? Hvað kemur það þessu máli við?“

Oktavía: „Sjálfri finnst mér þetta það furðulegasta af öllu furðulegu, – að þessi eldhnöttur, þessi steindauða efnablanda, geti fætt af sér vitund. Vit! Nægjanlega mikið vit til að skynja þetta allt. Já. Meira að segja skrá sögu þessa upphafs 12–20 þúsund ármilljónum síðar. Það furðulegasta af öllu er að við erum kom-
in frá því líku upphafi.“

Stefán: „Við værum það ekki ef sagan væri rétt skrifuð.“

Pétur: „Jæja. Ekki það?“

Hanna: „Hvað vantar þá í söguna?“

Séra Ögmundur: „Guð.“

Pétur: „Guð!“

Séra Ögmundur: „Já.“

Björn: „Kannski þú viljir þá eiga síðasta orðið og segja söguna frá þínu sjónarhorni?“

Séra Ögmundur: „Já. Ég skal gera það. Mín niðurstaða er þessi: Í upphafi var guð. Guð skapaði alheiminn úr ljósi sínu. Í upphafi ríkir ljósið eitt. Bæði hið sýnilega ljós og hið ósýnilega ljós. Geislaskammtar eða fótónur, kvarkur eða stratónur. – Þetta er allt upphaflega hið sama ljós. – Úr stratónum myndast svo rót-eindir og nifteindir og þær mynda atómkjarnann. Elektrónur sem líka eru upphaflega ljós tengjast svo þessum kjarna og atóm verða til. Síðan þróast efnið stig af stigi. Þyngri og þyngri frumefni myndast þar til skapast hafa skilyrði fyrir líf. Saga þeirrar þróunar er margsögd. Mín niðurstaða er sú að líf, vitund og efni eigi upptök sín í ljósinu. Allt efni og allt lífer umskapað ljós. Og ljósið er birting guðs. Aflið sem hann notar þegar hann staðsetur veru í tóminu.“

IV

Framtíð alheimsins

Sigurður: „Við höfum nú rakið þróun alheimsins, samkvæmt heimsmynd okkar tíma, alveg frá stórusprengju til þessarar stundar og . . .“

Stefán: „Hins þekkta alheims, áttu við. Er það ekki?“

Sigurður: „Já. Alheimsins eins og við þekkjum hann nú. En það er ennþá að minnsta kosti tveimur stórum spurningum ósvarað.“

Séra Ögmundur: „Já. Ætli það ekki. Ætli það sé ekki að minnsta kosti tveimur spurningum ósvarað.“

Hanna: „Um hvaða spurningar ertu að tala?“

Sigurður: „Tvær augljósustu spurningarnar: Hver verður framtíð alheimsins? Og hin er: Hvað var á undan stórusprengju?“

Pétur: „Er þessum spurningum ekki gersamlega ósvarandi?“

Baldur: „Það er ekki víst. Við vitum mikið um hegðun efnis og þar með hugsanlega um hvað alheimurinn verður gamall.“

Oktavía: „Og ef við getum gert okkur grein fyrir endalokum þessa alheims okkar, þá ættum við líka að geta fengið einhverja hugmynd um hvernig hann fæðist að nýju.“

Steinunn: „Ef hann þá fæðist að nýju.“

Sigurður: „Ég trúir ekki á að allur alheimurinn geti orðið að engu. Ef hann hverfur hlýtur hann að breytast í eitthvað annað.“

Pétur: „En hvaða ástæða er til að halda að alheimurinn líði undir lok og hverfi?“

Björn: „Ég held að það séu svo til allir vísindamenn sammála um að núverandi alheimur líður undir lok.“

Séra Ögmundur: „Ekki allir. Eru ekki til margar kenningar um hugsanlega framtíð alheimsins?“

Björn: „Þær eru raunar aðeins þrjár.“

Baldur: „Og tvær þeirra hafa verið dæmdar úr leik.“

Þorsteinn: „Já. Af flestum.“

Pétur: „Ég hef lítið um þetta heyrt. Getið þið ekki sagt okkur frá þessum þremur hugmyndum vísindamanna um framtíð alheimsins?“

Björn: „Jú. Í fáum orðum sagt: Fyrsta kenningin er um kyrrstæðan, eilífan og í aðalatriðum óumbreytanlegan alheim, sem ein-kennist af varanlegu ástandi.“

Oktavía: „En þeir sem þessu halda fram hljóta þó að vita, að allt er á hreyfingu og þess vegna er allt að breytast.“

Björn: „Já. Þeir vita það. En þeir líta á alheiminn eins og stórfljót sem er á hreyfingu en er þó kyrrt í farvegi sínum.“

Hanna: „Hverjar eru hinar tvær?“

Björn: „Kenning tvö er um alheim sem þenst út endalaust.“

Tryggvi: „Samkvæmt henni er samt stórasprengja upphafið.“

Baldur: „Já.“

Sigurður: „Er ekki alheimurinn líka varanlegur, samkvæmt henni, fyrst hann heldur áfram að þenjast út að eilífu?“

Björn: „Nei. Sá alheimur liði líka undir lok, að vísu á mjög löngum tíma.“

Oktavía: „Hvernig?“

Björn: „Sólirnar slokkna að lokum og allt efni eyðist og breytist í geislun.“

Pétur: „Og þriðja kenningin?“

Baldur: „Hún er um alheim sem þenst út og dregst saman til skiptis.“

Hanna: „Eru þetta einu kenningarnar?“

Þorsteinn: „Já. Í raun og veru má segja það. Einfaldlega vegna þess að möguleikarnir eru ekki fleiri.“

Pétur: „Já. Þetta er rétt. Alheimurinn hlýtur annað hvort að vera eilífur eða ekki.“

Sigurður: „Og annað hvort að þenjast út endalaust eða stöðvast og fara að dragast saman.“

Steinunn: „Ég mótmæli. Möguleikarnir eru ekki fleiri, segið þið. Hvernig vitið þið það?“

Pétur: „Er það ekki augljóst?“

Steinunn: „Nei, það er ekki augljóst. Hvers vegna geta möguleikarnir ekki verið fleiri að ykkar dómi? Það er ekki vegna þess hvernig alheimurinn er. Þið skuluð ekki halda það. Það er vegna þess hvernig þið eruð sjálf.“

Oktavía: „Við hvað áttu?“

Steinunn: „Ég á við . . . Ég á við það að okkur eru takmörk sett.“

Pétur: „Hvaða takmörk?“

Steinunn: „Hvaða takmörk? Nú allt okkar eðli, maður. Skynjun okkar er takmörkuð. – Skilningarvit okkar þekkja aðeins örlítið brot af veruleikanum. Skilningurinn er takmarkaður og oft háður alls konar fordómum og viðteknum hugmyndum og rangtúlkuðum erfðakenningum. – Og innsæið. Já innsæið. Það reynist ekki alltaf óskeikult eins og dæmin sanna.“

Pétur: „Hættu nú þessu svartagallsrausi. Við erum menn. Og orðið maður þýðir sá sem hugsar. Já við hljótum að geta hugsað.“

Sigurður: „Já. Það er rétt. Við hljótum að geta hugsað. Ég hef þá trú að við getum sigrast á öllu þessu. Menn verða aðeins að temja sér heiðarleika, hafa opinn hug. Já opna hug sinn fyrir nýjum upplýsingum.“

Steinunn: „Við erum menn segið þið. Það er alveg rétt. Og það er einmitt þar sem hnífurinn stendur í kúnni. Allar hugmyndir mótask af okkar eigin reynslu.“

Pétur: „Reynslu. Við höfum nú ekki mikla beina reynslu af alheiminum!“

Steinunn: „Nei. Það er rétt. En fer það fram hjá ykkur hvað þessi heimsmynd okkar um fæðingu, líf og dauða alheimsins er nákvæm eftirmynd af okkar eigin reynslu: Okkar fæðingu, okkar lífi og okkar dauða? Fer þetta fram hjá ykkur?“

Sigurður: „Ég sé ekki þetta samhengi.“

Steinunn: „Ekki það nei. Lestu um niðurstöður sálfræðinganna Stanislav Grof, Ottó Rank og Sander Frenczi um þetta efni. Þeir sanna að maður geymir í dulvituðu minni sínu reynslu sína sem fóstur í móðurkviði. Þar fær maðurinn efnið í hugmyndina hinn kyrrstæða alheim. Síðar þegar hann fæðist fær hann reynslu um veröld sem hrynur í ægilegum umbrotum. Hér er efniviðurinn í hugmynd hans um stórusprengju. Og hér fær hann reynslu sem hann síðar kallar að fara um hin dimmu göng. — Og svo hið bjarta ljós framundan. Og svo ljósmóðirin. Guðinn sem tekur hann í faðm sinn. Hér er nægur efniviður í allar trúarhugmyndir og heimsmynd mannsins. Bæði kenninguna um stórusprengju og kyrrstæðan alheim.“

Þorsteinn: „Þetta er skemmtileg kenning.“

Stefán: „Já. En ekki mjög sannfærandi.“

Oktavía: „Nei. Mér finnst þetta hrein vitleysa. Ef stórasprengja er mælanleg staðreynd, þá kemur hún fæðingarreynslu mannsins ekkert við.“

Baldur: „Þetta eru nú samt merkilegar hliðstæður.“

Séra Ögmundur: „Við finnum alls staðar slíkar hliðstæður.“

Sigurður: „Gæti ekki jafnvel verið að fæðing mannsins og fæðing alheimsins væri viss hliðstæða?“

Pétur: „Nú er nóg komið af þessu. Það verður engin heimsmynd til með svona heimspekilegu fimbulfambi. — Við erum að ræða um þrjár kenningar varðandi framtíð alheimsins.“

Hanna: „Jú. Þú sagðir, Björn, að fyrsta kenningin væri um eilífan og óumbreytanlegan alheim.“

Séra Ögmundur: „Mér finnst þessi kenning geðþekasta heimsmyndin.“

Sigurður: „En getur hún staðist?“

Björn: „Nei. Ekki eftir þeim upplýsingum sem menn vita sannastar.“

Séra Ögmundur: „Hvaða upplýsingum?“

Björn: „Á fyrri hluta þessarar aldar gerðu menn margar uppgötv-anir sem hafa haft mikil áhrif á heimsmynd okkar.“

Pétur: „Þú átt auðvitað við að menn komust að því að alheimurinn er í útpenslu frá ákveðnum miðpunkti?“

Björn: „Já. Meðal annars.“

Hanna: „En þeir sem hafa haldið fram kenningunni um stöðugan alheim, neita þeir þá því að alheimurinn sé í útpenslu?“

Björn: „Nei. Að sjálfsgöðu ekki. Margir þeirra voru virtir og frægir stjörnufræðingar.“

Sigurður: „En hvernig gátu þeir þá útskýrt það að alheimurinn hefði aldrei byrjað, – og alltaf væru stjörnurnar að fjarlægjast okkur? Ef þær hafa gert það um alla eilífð þá hlýtur hver maður að skilja að þær eiga allar að vera horfnar fyrir löngu.“

Pétur: „Já. Það er auðvitað rétt.“

Hanna: „En hvernig útskýrðu þeir þetta þá?“

Björn: „Þeir svöruðu því til að nýtt efni sé alls staðar að skapast. Þetta nýja efni, sögðu þeir, dregst saman og myndar loks nýjar vetrarbrautir. Og þeir héldu því fram að það væri jafnvægi milli þeirra stjarnheima sem hyrfu úr sjónmáli og þeirra sem skapast.“

Séra Ögmundur: „Þannig að þegar á heildina er litið þá verður alheimurinn í stórum dráttum svipaður á öllum tímum, hvaðan sem hann er skoðaður?“

Björn: „Já.“

Pétur: „Hvernig getur nýtt efni skapast úr engu?“

Séra Ögmundur: „Það mætti spyrja á móti. Hvaðan kom efnið í stórusprengju?“

Hanna: „Þú segir, Björn, að þessi kenning fái ekki staðist?“

Björn: „Nei. Hún fær ekki staðist. Ekki nema þá í mjög breyttri mynd, þar sem reiknað væri með miklu stærra rúmi og dauða og endurfæðingu alheima. Hún gæti staðist sem kenning um alveru.“

Pétur: „En það er ekki okkar viðfangsefni hér?“

Björn: „Nei.“

Hanna: „Hvers vegna segir þú að hún fái ekki staðist?“

Björn: „Vandkvæði þessarar kenningar í sinni núverandi mynd

- eru svo mikil að svo til allir vísindamenn og hugsuðir hafa hafnað henni.“
- Hanna:* „En hvers vegna?“
- Björn:* „Stórasprengja er staðreynd. Hún hefur sjálf skrifað sögu sína. Þá sögu er hægt að rannsaka og staðfesta.“
- Pétur:* „Svo að kenningin um stöðugan alheim er í ósamræmi við þann alheim sem við þekkjum.“
- Baldur:* „Og þess vegna röng.“
- Stefán:* „Er ekki hugsanlegt að alheimur okkar sé aðeins bóla á stóru hafi? Þó að þessi bóla sé með sína sérstöku hegðun, þá breytir hún ekki hafinu.“
- Þorsteinn:* „Og enn einu sinni erum við komin út fyrir landamæri mannlegrar getu til að sanna eða afsanna.“
- Baldur:* „Við skulum þess vegna halda okkur við þær staðreyndir sem við þekkjum.“
- Stefán:* „Og vera alltaf reiðubúin til að breyta þeim!“
- Þorsteinn:* „Jæja. Þessi kenning reyndist sem sagt enn ein blindgatan.“
- Séra Ögmundur:* „Já. Þeir eru margir þessir vísindalegu botnlangar.“
- Sigurður:* „En nú er þá komið að kenningu tvö um hugsanlega framtíð alheimsins, fyrst kenningin um eilífan og stöðugan alheim fær ekki staðist.“
- Oktavía:* „Ég á nú samt erfitt með að hugsa mér öðruvísi alheim, en alheim sem byrjar ekki og líður ekki undir lok.“
- Pétur:* „Hver er þessi kenning tvö, sem þú kallar svo?“
- Björn:* „Það er kenning um alheim sem byrjar í stórusprengju og þenst síðan út endalaust.“
- Tryggvi:* „Þetta er kenning um alheim sem þróast.“
- Björn:* „Þetta er kenning um opinn alheim sem breytist. Hann meira að segja gjörbreytist á löngum tíma.“
- Pétur:* „Og hann þenst út endalaust, segir þú?“
- Björn:* „Þessi kenning er um það að hann þenjist út endalaust, meðan efnið er til.“

Hanna: „Áttu við að efni hætti að vera til?“

Björn: „Já. Ég á við það.“

Baldur: „En það er ekki óhjákvæmilegt að hann þenjist aðeins út. Hitt er líka hugsanlegt að hann nemi staðar og fari síðan að snúa við aftur.“

Oktavía: „Hvernig gætum við við vitað hvort gerðist frekar, áframhaldandi útpensla eða það að hann sneri við?“

Björn: „Við gætum vitað það, ef við vissum hvað efnismagnið er mikið í alheiminum.“

Pétur: „Hvernig þá?“

Björn: „Það er undir efnismagninu komið. Ef efnismagnið í alheiminum er undir ákveðnu marki, hafa stjarnpokurnar ekki nægjanlegt aðdráttarafl hver á aðra til að hægja á sér og útpenslan verður endalaus. Ef hins vegar þetta efnismagn fer yfir þetta ákveðna mark, þá ættu stjarnpokurnar um síðir að hægja á sér og snúa síðan við.“

Oktavía: „Það er erfitt að hugsa sér þessa miklu krafta að verki.“

Björn: „Hugsaðu þér þá að þú standir á smástirni og kastir steini upp í loftið. Smástirnið er svo lítið að það getur ekki dregið steininn til sín. Hann heldur áfram út í geiminn. Ef þú kastar sama steini upp í loftið hér á jörðinni, fellur hann niður aftur vegna þess að jörðin hefur auðvitað miklu meira aðdráttarafl. Þetta sama aflfræðilega lögmál gildir um alheiminn í heild sinni.“

Pétur: „Og ef efnið er undir þessu lágmarki þá halda allir hlutir áfram að fjarlægjast okkur endalaust. Hvers konar þróun er það?“

Björn: „Sennilega finnst mörgum hún fremur kvíðvænleg. Allt hverfur okkur. Hver stjarnpokan eftir aðra hverfur þá yfir landamæri þess sýnilega eða mælanlega og við erum að lokum ein eftir.“

Sigurður: „Ein? Hefðum við ekki alla Vetrarbrautina okkar með sínum 100.000.000.000 - hundrað billjón sólum? Er það ekkialveg nóg?“

Björn: „Jú, að vísu. Hún mundi halda saman.“

Oktavía: „En Vetrarbrautin, – yrði hún þá óumbreytanleg, – eilíf?“

Björn: „Það er ekkert sem bendir til þess. Við skulum velta þessu fyrir okkur. – Hvað þessi leið raunverulega þýðir. Sólinar þróast, – breytast. Eftir óralangan tíma breytast þær allar í dvergstjörnur, nifteindastjörnur eða svarthol. Þær slokkna allar og það koma engar í staðinn.“

Stefán: „Og öll ljós himinsins hverfa?“

Björn: „Já. Samkvæmt þessu gera þau það óhjákvæmilega. Og meira en það. Sjálft efnið hrynnur eins og ég sagði. Eftir óralangan tíma leysast jafnvel stöðugustu atóm í stundur og breytast í geislun.“

Hanna: „Og hvað langan tíma tekur þessi þróun?“

Björn: „Mjög langan. Mæld í árum yrði þetta fimm til sex hundruð stafa tala.“

Pétur: „Hvað varðar okkur þá eiginlega um þetta? – Eitthvað sem gæti gerst löngu eftir að við og jafnvel jörðin og allt á henni er horfið?“

Stefán: „Það einkennilega er að við látum okkur varða um þetta.“

Pétur: „En hvers vegna í ósköpunum. Það getur ekki snert okkur á nokkurn hátt. Það er beinlínis hlægilegt að vera að hugsa um þetta. Það sem þú ert að segja er, að jafnvel hvítir dvergar, nifteindastjörnur, – já jafnvel svarthol, séu horfin, leyst upp. Allt efni alheimsins hrunið, ekkert eftir nema í hæsta lagi eitthvert dularfullt og öllum gagnslaust kjarnorkuryk. Til hvers eru menn að velta þessu fyrir sér?“

Baldur: „Einfaldlega vegna þess að þessir fjarlægu hlutir snerta alla heimsmynd okkar og þar með okkur sjálf.“

Stefán: „Það er rétt. Þetta snertir hugmyndir okkar um eðli lífsins, náttúrunnar og alheimsins.“

Séra Ögmundur: „Og líka hugmynd okkar um eilífan guð.“

Pétur: „Guð?“

Séra Ögmundur: „Ef þessir hlutir eru réttir, sem ég vil hvorki játa né neita, þá þýða þeir að allir hlutir hverfa til guðs.“

Sigurður: „Hvernig?“

Stefán: „Við gætum vel hugsað okkur eins konar yfir-alheim, sem alheimurinn hverfur til. Og við gætum þá vel hugsað okkur að allt sé geymt þar og alheimurinn gæti birst á ný í tímans rás, að vilja alföður.“

Þorsteinn: „Það er gamla sagan. Um leið og vísindin hafa engin svör handa okkur, tekur trúin við.“

Séra Ögmundur: „Gerðu ekki lítið úr trúnni. Trú og skynsemi hafa lengi ferðast saman og trúin hefur alltaf farið á undan.“

Þorsteinn: „Við erum að leita að vísindalegri niðurstöðu. Ekki trúarlegri afstöðu.“

Sigurður: „Nú er aðeins þriðja kenningin eftir.“

Björn: „Já. Það er hugsanlegt að efnismagnið sem til er í alheimi sé nægilega mikið til þess að alheimurinn hætti að þenjast út og snúi við.“

Hanna: „Hvað gerðist þá?“

Björn: „Ef einhver væri til að sjá það sem þá gerðist sæi hann alla stjarnheima snúa við, fara hægt af stað í fyrstu en síðan stefna alla að sama marki með síauknum hraða. Áreksturinn þegar þeir kæmu saman hlyti óhjákvæmilega að leysa upp öll mynstur, öllu yrði algerlega eytt og allt efni breyttist í orku. Allt yrði á ný í eldhnetti svipuðum þeim sem sagt er að þessi alheimur okkar sé runninn frá.“

Steinunn: „Og sagan endurtæki sig. Nýr alheimur skapaður?“

Baldur: „Það sem einu sinni hefur gerst gæti gerst aftur. Því ekki það?“

Sigurður: „Og þannig endalaust?“

Björn: „Það er hugsanlegt.“

Tryggvi: „En hvor leiðin er þá líklegri, endalaus útpensla eða útpensla og samdráttur til skiptis? Þú sagðir að það væri undir efnismagninu komið. Hefur enginn reynt að áætla þetta efnismagn?“

Björn: „Jú, jú. Það eru til um þetta merkilegar rannsóknir og útreikningar t.d. birtu fjórir bandarískir vísindamenn niðurstöðu sína um þetta í *Astrophysical Journal*, 1974.“

Hanna: „Hvaða vísindamenn?“

Björn: „J. Richard Gott, James E. Gunn, David N. Schramm og Beatrice M. Timseley, – allir viðurkenndir vísindamenn.“

Pétur: „Og hver var niðurstaðan?“

Björn: „Að efnið væri ekki nóg.“

Tryggvi: „Og það þýðir endalaus útpenslu, opinn alheim?“

Björn: „Já.“

Oktavía: „Má treysta þessari niðurstöðu?“

Björn: „Nei, hún gæti verið röng.“

Baldur: „En er svo mikill munur á þessu? Hljóta ekki að gerast sömu breytingar á sólum og atómum, þó þær snúi við?“

Björn: „Jú, ef þær fengju nógu langan tíma. En eftir 100.000.000.000 ár í hæsta lagi hefur allt runnið saman í nýjan eldhnött ef kenningin um útpenslu og samdrátt er rétt.“

Stefán: „Mitt svar í báðum tilvikum er yfir-alheimur. Efnið hverfur inn í óþekkta vídd, – og kemur aftur.“

Þorsteinn: „Það er gömul guðfræði.“

Séra Ögmundur: „Gömul, já. En sönn. Allt sem er satt hlýtur að vera gamalt, – mjög gamalt.“

Sigríður: „Hvað er sannleikur eftir að allt er horfið, – eða orðið að eldhnetti þar sem öll mynstur eru brotin niður og orðin að engu?“

Séra Ögmundur: „Guð. Það er ekkert sannleikur nema guð.“

Þorsteinn: „Ég trúi ekki þessum niðurstöðum G otts og þeirra félaga. Með rannsóknartækjum sínum á jörðu niðri undir þessum þykka lofthjúpi hafa þeir enga aðstöðu til að fá réttar upplýsingar um hve efnið er þétt. – Og nýjar mælingar frá tækjum sem sett hafa verið á braut um jörðina (HEAO) senda frá sér upplýsingar sem benda til að efnið sé meira en reiknað var með. Eftir því sem upplýsingar verða meiri um efnismagnið aukast líkurnar á lokuðum alheimi, – útpenslu og samdrætti.“

Sigurður: „En þetta getum við ekki vitað ennþá?“

Björn: „Nei, ekki ennþá.“

Oktavía: „Eitthvað finnst mér nú heimsmyndin óskýr þegar kom-

ið er að endalokum alheimsins. Getum við ekki reynt að gera hana ögn skýrari?“

Baldur: „Jú. Heimsmynd okkar er í raun og veru mjög einföld. Hlið tímans eru tvö. Upphaf tímans er stórasprengja, endalok tímans er Hrunið mikla. Alheimurinn sem svarthol. – En svartholið breytist innanfrá eins og allt annað, þó að það virðist stöðugt og viðvarandi ástand. Í svartholinu heldur efnið áfram að brótna niður. Allt skipulag efnis og rúms fer úr böndunum. Allt verður allt, eins og Herakleitos gamli sagði. Ef Einstein hefur rétt fyrir sér stefnir allt að slíku svartholi og þetta er að vissu marki hægt að kanna vísindalega.“

Oktavía: „Er þetta hið síðasta orð?“

Baldur: „Nei. Eins og ég sagði þá breytist svartholið innanfrá Efni hættir að vera efni. Menn hafa sett fram hugmyndir um að allt efni alheimsins sem eftir endalok tímans hverfur í svartholinu birtist á ný í svonefndu hvítholi á allt öðrum stað í rúminu við upphaf nýs tíma. Og ný óþekkt tilvera tekur við.“

Sigurður: „En um þetta getum við ekkert vitað?“

Björn: „Nei. Ekki ennþá.“

V

Hvernig myndast vetrarbrautir

Sigurður: „Þú sagðir, Björn, að sjö hundruð þúsund árum eftir stórusprengju hefðu fyrstu atómin orðið til. Hvert verður áframhald þessarar þróunar?“

Hanna: „Já hvernig verður þetta allt til? Jörðin okkar? Sólkerfið?“

Oktavía: „Og Vetrarbrautin okkar?“

Pétur: „Og aðrar vetrarbrautir?“

Sigurður: „Ég hélt að orðið Vetrarbraut væri aðeins notað um þessa einu Vetrarbraut sem sólkerfið okkar er í.“

Baldur: „Við tölum venjulega um stjarnpokur.“

Oktavía: „Mér finnst vetrarbraut betra orð. Hvers vegna má ekki skýra allar stjarnpokur eftir Vetrarbrautinni líkt og Engendingar nefna alla heita hvera eftir Geysi í Haukadal?“

Björn: „Þá það. Það skiptir mig ekki máli.“

Hanna: „Má ég biðja um skýringu. Okkar sólkerfi er aðeins eitt af mörgum sólkerfum í Vetrarbrautinni. Er það ekki?“

Þorsteinn: „Jú. Það er að segja, – við þekkjum aðeins sólirnar. Reikistjörnumar sem ganga kringum þessar sólir eru of smáar til að þær sjáist.“

Sigurður: „Og hvað eru þessar sólir margar í Vetrarbrautinni?“

Þorsteinn: „Þær eru taldar 100.000.000.000 – Hundrað þúsund milljónir.“

Pétur: „Og hver þeirra hefur síðan reikistjörnur eins og okkar sól?“

Þorsteinn: „Nei. Ekki er það nú álitid.“

Pétur: „Ekki getur okkar sól verið sú eina af öllum þessum aragrúa sem hefur reikistjörnur?“

Þorsteinn: „Nei, nei. Það er áætlað að um helmingur sólnanna í Vetrarbrautinni séu með reikistjörnum.“

Oktavía: „Og vetrarbrautirnar, – ef við eigum að nota það orð um allar stjarnþokur, – hvað eru þær þá margar?“

Þorsteinn: „Þær eru líka taldar hundrað þúsund milljónir, eins og er. En auðvitað eru svona tölur alltaf að breytast.“

Steinunn: „Og fara stækkandi eftir því sem við uppgötvim meira.“

Björn: „Já.“

Pétur: „Þessar stjarnþokur eða vetrarbrautir eru þá stærstu kerfi sem menn þekkja, kerfi með þúsund milljónum sólna?“

Þorsteinn: „Nei þær eru það ekki.“

Sigurður: „Hvaða kerfi geta verið stærri, – nema alheimurinn sjálfur í heild sinni?“

Þorsteinn: „Vetrarbrautir, sennilega flestar eða allar vetrarbrautir, eru hluti af öðru kerfi sem við eigum varla orð yfir.“

Oktavía: „Áttu við að vetrarbrautirnar eða stjarnþokurnar séu í þyrpingu, líkt og sólirnar eða sólkerfin í vetrarbrautunum?“

Þorsteinn: „Já. Það er svo að sjá. Allar niðurstöður nýjustu rannsóknna benda til þess.“

Pétur: „Ég hef ekki heyrt þetta áður.“

Björn: „Jú. Þetta eru ekki ný fræði. Menn hafa aðallega rannsakað fjórar af þessum stórvetrarbrautum. Perseus, Coma-A1367, Hercules og Hydra-Centaurus.“

Hanna: „Og okkar vetrarbraut er þá hluti af slíku kerfi?“

Þorsteinn: „Já. Hún er í þyrpingu ótal vetrarbrauta sem mynda sér kerfi. Í henni eru t.d. Magellan-skýin sem eru litlar óreglulegar vetrarbrautir. – Og svo hinar miklu hvirfilvetrarbrautir Andromeda (M31) og Triangulum (M33).“

Tryggvi: „Það er sagt að sólkerfi og vetrarbrautir dreifist nokkuð jafnt um hinn þekkta alheim, þegar litið er á mjög stór svæði. Getur þetta verið rétt, fyrst vetrarbrautir dragast saman og mynda sjálfstæð kerfi?“

Þorsteinn: „Nei. Þetta er rétt hjá þér. Dreifingin er ekki eins jöfn og menn héldu. Það eru óhemjustór svæði, sem eru næstum eða alveg auð.“

Pétur: „Svo að kenningin um jafna dreifingu er röng?“

Þorsteinn: „Já. Auðu svæðin virðast jafnstór og stórvetrarbrautirnar.“

Oktavía: „En fyrst viðfangsefnið sem hér á að ræða um er heimsmynd okkar tíma, þá finnst mér að þið ættuð að halda áfram að segja sögu þróunarinnar. – Hvað gerist eftir þessi fyrstu sjö hundruð þúsund ár? Atómin eru orðin til og tvö frumefni, vetni og helíum. Hvað gerist næst?“

Pétur: „Sagðir þú ekki, Björn, að nú færu vetrarbrautir eða að minnsta kosti stórvetrarbrautir að myndast?“

Björn: „Jú. Það er álitid.“

Oktavía: „Hvað er það sem nú gerist?“

Björn: „Það sem gerist er þetta: Eftir að atóm eru orðin til fer aðdráttaraflið að þétta efnið. Efnið dregst saman og á mjög löngum tíma myndast vetrarbrautir.“

Hanna: „Þessar sem nú eru til?“

Björn: „Nei. Þær fyrstu eru einskonar frumvetrarbrautir.“

Pétur: „Þannig að vetrarbrautirnar þróast?“

Björn: „Já. Þær breytast, þróast, já.“

Sigurður: „Og efnið þróast líka?“

Björn: „Já.“

Oktavía: „Hvernig þróast atómin?“

Björn: „Eins og við sjáum verða öll frumefni að þróast frá vetni og helíum til þess að alheimurinn í núverandi mynd verði til.“

Pétur: „Á hvaða tíma gerist þetta?“

Björn: „Í þróunarsögu atóma og sameinda eru þrjú tímabil. Það fyrsta nær yfir sex þúsund ármilljónir. Á því tímabili myndast fyrstu sólirnar. – Og í þessum elstu sólu breytast þrír til fjórir hundruðustu af hinu upphaflega vetni og helíum í þyngri frumefni.“

Oktavía: „Og þessi þungu frumefni eru forsenda og skilyrði fyrir því að líf geti orðið til?“

Björn: „Já. En það gerist löngu seinna.“

Oktavía: „Ég veit það. En öll þessi þróun efnisins stefnir til ástands sem er nauðsynlegt til að líf geti komið fram?“

Björn: „Já. En við ætlum ekki að rekja þá sögu núna.“

Pétur: „Nei. Við skulum reyna að segja söguna áfram.“

Sigurður: „Já. Þú varst að rekja þróunarsögu atóma.“

Björn: „Ef við höldum því áfram þá stendur næsta tímabil í þróun atóma og sameinda yfir jafnlangan tíma og það fyrsta eða sex þúsund milljónir ára til viðbótar.“

Hanna: „Og hvað gerist þá?“

Björn: „Þá verða til hinar nýrri sólar, sólar eins og okkar sól og þeir hnettir sem þeim fylgja.“

Pétur: „Og þriðja tímabilið?“

Björn: „Þriðja tímabilið. Já. Þá komu fram mjög flóknar lífrænar efnasameindir. Og þróun þeirra leiðir til hinnar fyrstu frumu.“

Oktavía: „En spurningin sem við ætluðum að fá svar við er: Hvernig verður vetrarbraut til?“

Stefán: „En fyrst vil ég benda á, að þessar lífrænu sameindir eru rökrétt og eðlilegt framhald á þróun efnisins, en ekki einangrað fyrirbæri sem gerist af tilviljun fyrir einhvers konar samhristing efnisins. Lífrænar sameindir geta þróast hvarsem er í geimnum þar sem rétt skilyrði eru fyrir hendi og þau þungu frumefni sem eru nauðsynleg undirstaða lífsþróunar. Slíkar sameindir finnast jafnvel á yfirborði loftsteina sem komið hafa utan úr geimnum.“

Pétur: „Já. Við vitum það. En hvernig verður vetrarbraut til?“

Þorsteinn: „Því er erfitt að svara. Sú þróun gæti verið með ýmsu móti.“

Oktavía: „En getur þú ekki brugðið upp mynd af slíkri þróun, þróun dæmigerðrar vetrarbrautar í samræmi við heimsmynd okkar tíma?“

Þorsteinn: „Jú. Það hefur verið gert eitthvað á þessa leið: Eftir að atóm eru orðin til fara þau að mynda einhvers konar gasský. Vetrarbraut verður til úr slíkum skýjum. Þyrpingar af litlum þéttum gasskýjum sem ná yfir um 200.000 ljósára svæða rekast

saman og skapa smám saman fjölda mjög bjartra sól-
stjarna.“

Pétur: „Hvers vegna mjög bjartra?“

Björn: „Ungar sólrir eru alltaf mjög bjartar.“

Hanna: „En hvernig verða þær til?“

Porsteinn: „Eins og ég sagði: Skýin þjappast saman vegna gagn-
kvæms aðdráttarafls. Og við það fjölga nýjum sólum.“

Sigurður: „Hvað gerist þetta á löngum tíma?“

Björn: „Eftir um það bil 200 milljón ár en hin upphaflega frum-
þoka orðin helmingi minni eða 100.000 ljósár í þvermál.“

Oktavía: „En fyrstu sólirnar sem myndast? – Það eru ekki þær sól-
ir sem nú eru til?“

Porsteinn: „Nei. Þær eru allar útslokkaðar eftir þessi fyrstu 200
milljón ár.“

Pétur: „Hvers vegna urðu þær ekki langlífari?“

Björn: „Vegna stærðar sinnar. Þær voru mjög stórar og því stærri
sem sól er því fljótari er hún að brenna upp.“

Baldur: „En okkar sól. Hún verður miklu langlífari. Hún er nú
orðin 4.5 billjón ára gömul og aðeins búin með rúmlega þriðja
part af ævi sinni.“

Oktavía: „Jæja. Fyrstu sólirnar í þessari dæmigerðu vetrarbraut sem
þið eruð að lýsa hafa skapast og slokkað út. Hvað gerist næst?“

Björn: „Þetta efnissvæði heldur áfram að dragast saman með
auknum hraða. Eftir 300 milljón ár eru gasskýin samanþjöppuð
í miðju vetrarbrautarinnar. Og nú nær sköpun nýrra stjarna
hámarki.“

Hanna: „Allan þennan tíma eru sólrir að skapast í þessari vetrar-
braut?“

Björn: „Já.“

Sigurður: „Hvað er þá þessi kjarni vetrarbrautarinnar?“

Björn: „Þessi kjarni eru sólrir á aðeins 10.000 ljósára svæði.“

Hanna: „Ef við horfðum á slíka vetrarbraut úr mikilli fjarlægð.
Hvernig sæjum við hana?“

Porsteinn: „Ef hún er í mikilli fjarlægð sjáum við allar þessar 100
þúsund milljón sólrir aðeins sem einn ljósdepil.“

Pétur: „Mjög bjartan ljósdepil?“

Björn: „Hann gæti alveg eins verið mjög daufur. En þessi vetrarbraut sem við erum að lýsa er skærust einmitt á þessum aldri. Hún væri ein af skærustu ljósunum: Ung vetrarbraut, aðeins 300 milljón ára gömul.“

Sigurður: „Halda nýjar sólar þá áfram að skapast í þessari vetrarbraut sem þú ert að segja frá?“

Þorsteinn: „Nei. Þegar hér er komið sögu hætta nýjar sólar að skapast. Athugið að við erum ekki að tala um vetrarbrautina okkar. Þetta er aðeins mynd af hugsanlegri sögu vetrarbrautar.“

Oktavía: „Og nýjar sólar hætta loks að skapast. Hvers vegna?“

Björn: „Einfaldlega vegna þess að gasbirgðirnar eru þrotnar.“

Pétur: „Og ljósmagn hennar fer minnkandi?“

Björn: „Já. Eftir þetta tímabil verður hún ekki eins skær. Björtustu sólinar slokkna en þær daufari eru langlífari. Birtan verður stöðugri og jafnari um langan aldur.“

Tryggvi: „Eru allir sammála um að vetrarbraut þróist á þennan hátt?“

Þorsteinn: „Það eru til fleiri en ein tegund af vetrarbrautum. Og það er margt sem menn ekki vita í sambandi við myndun þeirra. En þetta sem ég hef sagt er að minnsta kosti í aðalatriðum nokkuð almenn skoðun.“

Stefán: „Þú segir að vetrarbrautir séu ekki allar eins. En þær eru allar gerðar úr sama efni. Þær myndast af sama lögmáli. – Ég á við að sömu kraftar hljóta að stjórna myndun þeirra. Er þá ekki eðlilegast að álíta að þær séu mismunandi aðeins vegna þess að þær eru sífelld að breytast eins og allt annað?“

Þorsteinn: „Þú átt við að mismunurinn stafi af því að þær eru á mismunandi þróunarstigi?“

Stefán: „Já. Að þær þróist stig af stigi.“

Þorsteinn: „Ef svo væri ættu þær að vera á mismunandi aldri eftir tegundum. Er það ekki augljóst?“

Stefán: „Jú. Eru þær ekki líka á mismunandi aldri?“

Þorsteinn: „Nei. Menn hafa rannsakað mismunandi vetrarbrautir og þær virðast vera á sama aldri.“

Pétur: „Svo þessi hugmynd er röng?“

Þorsteinn: „Já. En þetta var einu sinni útbreidd skoðun að allar vetrarbrautir færu sama þróunarferil, en hún getur ekki staðist.“

Hanna: „Hvað eru til margar gerðir af vetrarbrautum?“

Þorsteinn: „Þær eru fjórar.“

Sigurður: „Hverjar?“

Þorsteinn: „Fyrst óreglulegar vetrarbrautir, sem hafa enga sérstaka lögun.“

Stefán: „Eru þær þá ekki elstar?“

Þorsteinn: „Ekki nauðsynlega. Þær gætu alveg eins verið yngstar. Rannsóknir sýna að sumar þeirra eru raunverulega þær yngstu.“

Hanna: „Hverjar eru hinar þrjár?“

Þorsteinn: „Stjörnufræðingurinn E. Hubble setti þær í kerfi og flokkaði þær eftir lögun þeirra. Í fyrsta flokki voru þær sem voru hnöttóttar eða diskar. Í öðrum flokki eru svo hvirfilþokur sem eru í lögun eins og okkar vetrarbraut . . .“

Sigurður: „Hvernig er hún í lögun?“

Þorsteinn: „Hún er hvirfilþoka með björtum kjarna og út frá öllum hvirfilþokum ganga armar, mismunandi margir.“

Hanna: „Og þriðja gerðin. Hver er hún?“

Þorsteinn: „Hún er millistig milli diskþoku og hvirfilþoku. Hún sýnir greinilegan kjarna en litla arma.“

Pétur: „Og fjórði flokkurinn er svo þessar óreglulegu?“

Þorsteinn: „Já.“

Oktavía: „Er þessi skipting kenning eða staðreynd?“

Þorsteinn: „Hún er raunveruleg að menn telja. En í veruleikanum er þessi flokkun ekki svona auðveld.“

Sigurður: „Hverjar þessara vetrarbrauta eru algengastar?“

Þorsteinn: „Þær sem eru hnattlaga eða diskar. Þær eru um 80% af öllum vetrarbrautum. Hvirfilvetrarbrautir eru 17% og hinar óreglulegu um þrjár af hundraði.“

Stefán: „Ég skil ekki hvers vegna vetrarbrautir geta ekki þróast stig af stigi og verið mismunandi eftir aldri.“

Hanna: „Hvað eru vetrarbrautir gamlar?“

Þorsteinn: „Nálægar vetrarbrautir virðast vera tíu þúsund milljón ára gamlar.“

Pétur: „Eru þær af mismunandi gerðum?“

Þorsteinn: „Já.“

Pétur: „Það er augljóst að fyrst jafngamlar vetrarbrautir eru af mismunandi gerðum þá hafa þær ekki þróast stig af stigi.“

Stefán: „Hvers vegna ekki? Hvers vegna gætu þær ekki hafa þróast með mismunandi hraða?“

Þorsteinn: „Það er vegna þess að diskлага eða hnattлага vetrarbrautir eru þrjátíu sinnum stærri en hvirfilvetrarbrautir. Hvernig ætti hvirfilþoka að þróast þannig að hún verði þrjátíu sinnum stærri?“

Stefán: „Gæti hún ekki dregið til sín nærliggjandi efni?“

Þorsteinn: „Hún getur auðvitað dregið til sín efni. En engan veginn svona mikið.“

Stefán: „Gæti það þá ekki verið öfugt? Að kúlulaga eða diskлага vetrarbraut yrði þrjátíu sinnum minni?“

Þorsteinn: „Það er líka rétt að efni getur horfið út úr vetrarbraut. En það er óhugsandi í svo miklu magni að vetrarbrautin yrði þrjátíu sinnum minni.“

Stefán: „Þú sagðir að óreglulegu vetrarbrautirnar gætu verið þær yngstu. Koma þær þá ekki frá eldri vetrarbrautum?“

Þorsteinn: „Jú. Það er mjög sennilegt. Rannsóknir á okkar vetrarbraut sýna að það er efnisútstreymi frá örmum vetrarbrautarinnar. Og óreglulegar vetrarbrautir tengjast einmitt örmum þessarar vetrarbrautar okkar.“

Hanna: „En hvernig vita menn aldur vetrarbrauta?“

Þorsteinn: „Menn vita það ekki. Það hefur t.d. enginn séð neina af fyrstu vetrarbrautum.“

Baldur: „Jú. Menn telja sig nú samt vita nokkurn veginn um aldur vetrarbrauta.“

Björn: „Eina ráðið til að ákveða aldur vetrarbrautar er að mæla

elstu sólirnar í stjarnþokunni, – eða vetrarbrautinni. – Og er það ekki ýmsum vandkvæðum bundið?“

Baldur: „Jú, að vísu.“

Sigurður: „Er það rétt að fyrstu vetrarbrautirnar hafi enn ekki fundist?“

Björn: „Það er rétt. Enda erfitt að greina þær frá öðrum fyrirbærum, t.d. kvösum. Þær eru afar langt í burtu og því of daufar fyrir þá sjónauka sem við höfum yfir að ráða.“

Pétur: „Hvað getum við þá gert.“

Sigurður: „Verðum við ekki að smíða stærri sjónauka?“

Þorsteinn: „Jú. Það er nú þegar verið að smíða betri sjónauka. – Það er í smíðum geimsjónauki sem á að verða tilbúinn árið 1985.“

Sigurður: „Og með honum getum við þá séð elstu vetrarbrautirnar og þar með svo að segja upphaf alheimsins eins og hann var í fyrndinni?“

Þorsteinn: „Það er mjög sennilegt. Með honum ættu menn að geta greint hundrað sinnum minni hlut, – eða öllu heldur daufara fyrirbæri.“

Pétur: „Við sjáum þá sem sagt hundrað sinnum betur.“

Þorsteinn: „Já. Menn eru að vona það.“

Oktavía: „Og þá þarf væntanlega að breyta öllum tölum og seinja nýjar kenningar?“

Baldur: „Verður það ekki alltaf saga okkar?“

Björn: „Jú. Meðan við erum í þróun. Þegar menn þykjast hafa endanlega rétt fyrir sér, – þá eru þeir staðnaðir. Hættir að vaxa.“

Séra Ögmundur: „Við þurfum engu að kvíða.“

Sigurður: „Í stuttu máli sagt. Það hefur enn enginn séð vetrarbraut skapast. Við verðum því enn að sætta okkur við mörg vafaatriði.“

Pétur: „Sem sagt. Heimsmynd okkar tíma er heimsmynd í sköpun. Ekki endanleg heimsmynd.“

Björn: „Það mætti orða það þannig.“

Þorsteinn: „En það er ekki líklegt að hún falli í aðalatriðum.

Henni verður breytt í einstökum atriðum. En jafnvel þær breytingar verða byggðar á þessari heimsmynd okkar.“

Oktavía: „En mér skilst að hún byggist mikið á aðferð manna við að mæla fjarlægðir til sólstjarna og vetrarbrauta.“

Sigurður: „Já. Hvernig fara menn að því að mæla þessar reginfjarlægðir til vetrarbrautar í milljón ljósára fjarlægð? Hvernig finna þeir þessa fjarlægð?“

Þorsteinn: „Með því að mæla rauðvik hennar.“

Hanna: „Rauðvik? Hvað er rauðvik?“

Þorsteinn: „Það er afar mikilvægt atriði í okkar heimsmynd. Það er vegna rauðviksins sem þessi heimsmynd varð til.“

Sigurður: „En hvað er það?“

Þorsteinn: „Rauðvik?“

Sigurður: „Já.“

Þorsteinn: „Almenn formúla fyrir rauðvik er: Tíðnin (eða bylgjur á sekúndu) sem áhorfandinn skynjar er sama sem tíðni margfölduð með ljóshraða deilt með ljóshraða plús þeim hraða sem stjarna er á þegar hún fjarlægist. Eða: $F = F' \frac{1 - v/c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

Oktavía: „Þetta er allt of fræðileg skýring. Hvers vegna er það svona mikilvægt?“

Þorsteinn: „Sjáðu til. Sú vitneskja að alheimurinn er í stöðugri útbenslu, þar sem allt fjarlægist allt, er ekki mjög gömul. Sú þekking varð til þegar aðstoðarmaður Lowells uppgötvaði fyrstur manna rauðvik. Hlutir sem eru að nálgast sýna blávik. Hlutir sem eru að fjarlægjast sýna rauðvik í litsjánni. Allir hlutir sem rannsakaðir hafa verið sýna rauðvik. Allt sem við höfum skoðað í himingeimnum, sólstjörnur og vetrarbrautir, sýna rauðvik og eru þess vegna að fjarlægjast okkur.“

Hanna: „Þú sagðir að allt væri að fjarlægjast allt. Hvernig á að skilja það?“

Þorsteinn: „Það er ekki aðeins séð frá jörðinni sem allt er að fjarlægjast. Það sama gerist hvaða sólstjörnu eða punkt þú velur þér sem rannsóknarstöð. – Þetta er auðveldast að skilja með því að setja ótal punkta á venjulega blöðru og blása hana síðan upp. Þá fjarlægjast allir punktarnir alla hina.“

Pétur: „Hver var Lowell og hver var þessi aðstoðarmaður hans sem uppgötvaði rauðvikið?“

Þorsteinn: „Percival Lowell. Það er stjörnufræðingur sem allir hljóta að hafa heyrt sögur um. Stjörnuathugunarstöð frá öðrum áratug þessarar aldar í Flagstaff í Arizona er kennd við hann.“

Sigurður: „Fyrir hvað varð hann svona frægur?“

Þorsteinn: „Flestir þekkja hann vegna þess aðalstarfs hans að reyna að sanna að líf væri til á öðrum hnöttum. En hann byrjaði einnig athugun á fyrirbærum sem síðar reyndust vetrarbrautir, – sem hver um sig er gerð úr hundruðum billjóna sólna eða sólkerfa.“

Pétur: „Og þessi aðstoðarmaður Lowells vann að því verki?“

Þorsteinn: „Já. Aðstoðarmanni Lowells, sem hét V.M. Slipher, var falið að fylgjast með í litsjá hreyfingum fyrirbæris sem reyndist vera hvirfilvetrarbraut. Athuganir á þessum hreyfingum og öllum öðrum sýndu rauðvik. Menn héldu í fyrstu að um geimryk væri að ræða, en áttuðu sig með nákvæmari rannsókn á að svo var ekki.“

Sigurður: „En hvernig er hægt að reikna út fjarlægðir til vetrarbrautar út frá rauðviki?“

Þorsteinn: „Til þess fannst fljótlega leið. Edwin Hubble og Milton Humason fundu aðferð til að reikna út fjarlægðina til hvirfilstjarnþokunnar. Þeir komust að raun um að hún var ekki í okkar vetrarbraut. Þeir fundu aðrar vetrarbrautir í órafjarlægð. Þeir komust líka að því, að því fjarlægari sem stjarnsólir eða vetrarbrautir voru, með þeim mun meiri hraða fjarlægðust þær okkur.“

Oktavía: „Svo að stærð rauðviksins ákveður þá allar fjarlægðir?“

Þorsteinn: „Málið er ekki alveg svona einfalt, vegna þess að við verðum að reikna með svonefndum dopplerhrifum.“

Hanna: „Hvað er það?“

Þorsteinn: „Við getum sagt að það sé afstæð hreyfing þess sem sendir og þess sem tekur á móti sendingunni.“

Oktavía: „Notaðu ekki alveg svona fræðilegt orðalag. Er ekki hægt að útskýra þetta á einfaldari hátt?“

Þorsteinn: „Ég skal reyna. – Þegar sólstjarna eða þá vetrarbraut eða eitthvert annað fyrirbæri er á hreyfingu frá okkur, berst ljósið seinna til okkar en frá kyrrstæðum hlut.“

Pétur: „Gildir þetta ekki líka um hljóð?“

Þorsteinn: „Jú, að sjálfsögðu. Þetta gildir jafnt um ljósöldur og hljóðöldur.“

Sigurður: „Geturðu gefið okkur dæmi?“

Þorsteinn: „Já. Það skal ég gera. Hugsum okkur ferðamann sem fer langan veg. Hann sendir okkur daglega bréf með pósti sem gengur sömu leið til baka. Tíminn sem bréfin eru að berast til okkar lengist eftir því sem maðurinn fer lengra.“

Pétur: „Þetta er afleitt dæmi. Stjörnur fara frá okkur með síaukn- um hraða sagðir þú, en ferðamaðurinn með jöfnum hraða.“

Þorsteinn: „Já. Það er rétt. Og það verður einmitt að reikna með því.“

Oktavía: „Hafa menn fundið lögmál fyrir þessari hraðaukn- ingu?“

Þorsteinn: „Já. Menn hafa gert það. Þetta hlutfall er venjulega nefnt „Hubble konstant“ eða Hubble fasti.“

Pétur: „Og hvað er hann mikil stærð?“

Þorsteinn: „Við núverandi aðstæður er hann álitinn vera aðeins 15 kílómetrar á sekúndu á hver milljón ljósár.“

Hanna: „Við núverandi aðstæður. Er hann þá ekki algildur?“

Þorsteinn: „Hann er sá sami á hverjum gefnum tíma, en alheimur- inn breytist og hraði hans er breytilegur á þróunarferli hans.“

Pétur: „Hvernig reikna menn þá fjarlægð vetrarbrautar?“

Þorsteinn: „Hún er reiknuð með jöfnunni $V = H \times D$. Eða hrað- inn = hubble fasti sinnum fjarlægðin.“

Sigurður: „Hvernig fann Hubble hraðann sem vetrarbraut fer á þegar hún fjarlægist okkur?“

Þorsteinn: „Með því að mæla rauðvikið.“

Hanna: „Hvernig þá?“

Þorsteinn: „Rauðvik næstu vetrarbrauta mælist t.d. 0.001. Og það þýðir að fjarlægðin til þeirra er 20 milljón ljósár. En rauðvik

fjarlægustu vetrarbrauta mælist 0.75. Það þýðir að þessar fjarlægustu vetrarbrautir eru í 10 billjón ljósára fjarlægð.“

Pétur: „Sem þýðir að ljós þeirra hefur verið 10 árbilljónir á leiðinni til okkar?“

Þorsteinn: „Já. Og það þýðir líka að þegar við horfum á þessi fjarlægstu stjarnkerfi þá horfum við á alheiminn eins og hann var fyrir 10 billjón árum.“

Stefán: „Ég hef það einhvern veginn á tilfinningunni að þessi rauðviksútreikningur, – sem allar þessar fjarlægðarmælingar byggjast á, sé ekki réttur.“

Þorsteinn: „Ég skal viðurkenna að þeir stjörnufræðingar eru til sem efast um þessa aðferð. Það eru meira að segja til menn sem halda því fram að ekkert samband sé milli rauðviksins og útpenslu alheimsins og segja að það sé marklaust, þegar um verulegar fjarlægðir er að ræða.“

Hanna: „Þetta lögmál er þá ekki vísindaleg staðreynd?“

Þorsteinn: „Það er fyrst og fremst stærðfræði.“

Sigurður: „Er þá engin önnur leið t.d. til að mæla fjarlægð næstu vetrarbrauta?“

Þorsteinn: „Jú. Það er hægt. Það er hægt að mæla hana á annan hátt.“

Pétur: „Og hvernig koina þær mælingar heim og saman við Hubble lögmálið?“

Þorsteinn: „Vel. Niðurstaðan hefur orðið svipuð.“

Sigurður: „Svo þetta styður þá Hubble lögmálið?“

Þorsteinn: „Já.“

Oktavía: „En er þá ekki til nein einföld aðferð til að sanna þessa heimsmynd okkar um alheim í stöðugri útpenslu?“

Björn: „Jú, jú. Hún er raunar til. Ef við aðeins skiljum það sem við nú sjáum, þegar við horfum á dimman næturhimininn. Við erum að horfa á sönnun fyrir alheimi í útpenslu.“

Pétur: „Við hvað áttu?“

Björn: „Það skiptir miklu máli að menn skilji það sem þeir sjá. Það eitt að horfa á næturhimininn segir okkur mikið um alheiminn.“

Sigurður: „Hvað?“

Björn: „Það er augljóst að ljósmagnið sem til okkar bærir frá kyrrstæðum alheimi yrði svo mikið að næturhiminninn yrði allur ægibjartur. – En hann er dimmur. Það eitt nægir til að sanna að þessi heimsmynd okkar er rétt. – Því að einmitt þetta er grundvöllurinn í okkar heimsmynd.“

Oktavía: „Alheimur í útpenslu?“

Þorsteinn: „Já. Alheimur í útpenslu.“

VI

Vetrarbrautin

Oktavía: „Það er sagt að af þessum milljónum tegunda af lífverum sem búa á jörðinni sé það maðurinn einn sem horfir á stjörnumar?“

Pétur: „Ætli það geti verið rétt?“

Stefán: „Þú sérð aldrei hest horfa á stjörnumar“, sagði Helgi Pjeturss einu sinni.“

Sigríður: „Og sumt nútímafólk, stórborgarbörn t.d., gera það ekki heldur.“

Séra Ögmundur: „Ég á erfitt með að skilja mann sem fyllist ekki undrun við að horfa á þessa kyrrlátu fegurð.“

Stefán: „Já. Ég held að þessi sýn vekir hjá öllum mönnum alls konar hugboð og óteljandi spurningar.“

Séra Ögmundur: „Já. Það mætti vel segja mér að menningin hafi byrjað þegar steinaldarmaðurinn horfði í fyrsta sinn til himins á stjörnubjartri nóttu.“

Oktavía: „Og hvað eru allar þessar óteljandi stjörnur sem við sjáum?“

Pétur: „Við skulum ekki eyða tímanum í svona spurningar. Það vita allir að stjörnur eru fjarlægjar sólar.“

Sigurður: „Og þessar sem við sjáum með berum augum eru alls ekki óteljandi. Það er löngu búið að telja þær.“

Pétur: „Já. Og það var líklega auðveldasta verkefni stjörnufræðinnar.“

Oktavía: „Aldrei vantar nú lítillætið í mannskepnuna.“

Hanna: „Og hvað eru þær þá margar?“

Pétur: „Ö-um. Ég man það nú ekki nákvæmlega.“

Þorsteinn: „Þær sem hægt er að sjá með berum augum hér á norðurhveli jarðar eru 2750 stjörnur.“

Hanna: „Og annað eins á suðurhvelinu?“

Pétur: „Já. Auðvitað. Að sjálfsgöðu.“

Oktavía: „En enginn getur talið hvað stjörnurnar eru raunverulega margar.“

Þorsteinn: „Nei. Það er annað mál.“

Sigurður: „Segðu mér. Allar þessar stjörnur sem við sjáum með berum augum. Eru þær ekki allar í vetrarbrautinni okkar?“

Baldur: „Jú. Þessar sólstjörnur sem við sjáum hér eru allar örlítið brot af vetrarbrautinni okkar.“

Þorsteinn: „Þetta er ekki alveg rétt. Við sjáum eina stjörnu með berum augum sem ekki er í vetrarbrautinni okkar.“

Baldur: „Já. Jú. Ef menn vilja fara í þetta svona nákvæmlega. – Hann á við M 31 sem kölluð er Andrómeda.“

Sigurður: „Er hún sól í annarri vetrarbraut?“

Þorsteinn: „Nei. Andrómeda er ekki sólstjarna. Andrómeda er önnur vetrarbraut.“

Hanna: „Við sjáum hér vetrarbrautina okkar – hér út um gluggann. Er það ekki?“

Þorsteinn: „Jú. Jú. Sjáið þið. Þetta hvíta band sem liggur um himininn.“

Oktavía: „Já þetta er eins og breið lína af daufu ljósi.“

Pétur: „Hvar?“

Þorsteinn: „Hvar liggur hún? Hún liggur gegnum stjörnumerkin Bogmanninn, Scutum, Cygnus, Cassiopeia, Auriga, Crux, Australis, Centaurus, Lupus og Scorpion.“

Sigurður: „Og þetta hvíta band er hundrað þúsund milljónir sólna. Hvers vegna köllum við þetta vetrarbraut?“

Pétur: „Já. Hvers vegna vetrarbraut? Hvers vegna ekki mjólkurhring?“

Oktavía: „Er það eitthvað betra?“

Stefán: „Sannleikurinn er sá að hver einasta siðmenning hefur

gefið þessu fyrirbæri sitt ákveðna nafn. En því er alltaf líkt við veg.“

Séra Ögmundur: „Já. Ef ég man rétt þá kölluðu Rómverjar þetta Via Lactea.“

Stefán: „Þetta minnti þá á fljótandi mjólk úr spena á kú.“

Pétur: „Og á ensku og dönsku kallast þetta Milky Way og Mælkevejen.“

Séra Ögmundur: „Latínuskáldið Ovid yrkir um „Via Lactea“ og nefnir hana hina háu stjörnuþraut sem liggur til hallar guðs.“

Pétur: „Júpíters, áttu við.“

Séra Ögmundur: „Já. Ef þú endilega vilt. Júpíters. Júpíter var nú eini sinni æðsti guð Rómverja.“

Stefán: „Og þetta verður vetrarvegur Óðins í okkar fræðum.“

Pétur: „Ég hélt við værum komin af stigi goðsögunnar og við ætluðum hér að komast að því hver væri heimsmynd okkar tíma. Er ekki best að snúa sér að því?“

Hanna: „Hvernig getur þetta sem við sjáum verið vetrarbrautin, fyrst allar stjörnur sem við sjáum eru ekki nema örlítið brot hennar?“

Björn: „Við sjáum alls ekki alla vetrarbrautina. vetrarbrautin er eins og kringla í laginu. Hún er hundrað þúsund ljósár í þvermál og þykkt hennar er um tvö þúsund ljósár.“

Pétur: „Og ljósið fer með 300.000 þús. km hraða á sekúndu.“

Sigurður: „Já. Vel það. Og sú vegalengd sem það fer á þessum hraða á einu ári nefnist eitt ljósár.“

Pétur: „Það er nú óþarfi að vera að taka þetta fram.“

Hanna: „En næstu vetrarbrautir? Hvað eru þær þá langt í burtu? Þú sagðir að þær væru 100.000 milljónir talsins.“

Oktavía: „Þessar tölur fá hausinn á manni til að springa.“

Þorsteinn: „Já. Næsta vetrarbraut er tvær milljónir ljósára í burtu. Og þær fjarlægustu eru mörg þúsund milljón ljósár í burtu frá okkar vetrarbraut.“

Sigurður: „Sem þýðir að ljósið sem fer á 300.000 km hraða á sekúndu hefur verið mörg þúsund milljón ár á leiðinni til okkar.“

Pétur: „Já. Og það þýðir að við vitum ekkert hvað þarna er núna fyrr en eftir mörg þúsund milljón ár.“

Oktavía: „Svo að við sjáum aðeins hvað var. Ekki hvað er.“

Hanna: „Já. En snúum aftur frá þessum fjarlægustu vetrarbrautum til þess sem nær okkur er, okkar eigin vetrarbrautar.“

Pétur: „Þú sagðir að hún væri eins og kringla í laginu eða eins og grunnur diskur. Er þetta ekki freinur ónákvæm lýsing?“

Þorsteinn: „Jú. Hún er það raunar. Þetta hvíta band sem við sjáum er eiginlega flöturinn á þessum diskum en þar eru stjörnurnar þéttastar. Yfir þessum diskum er hvelfing beggja megin með strjálari stjörnu eins og það mætti segja að í heild væri vetrarbrautin hnattlaga, þó þannig að línan milli póllanna er styttri en þvermál hennar.“

Oktavía: „Þetta hvíta band. Getur það ekki alveg eins verið þoka?“

Þorsteinn: „Nei. Það þarf ekki sterkan sjónauka sem beint er að því til að sjá að þetta ljósband leysist upp í einstakar stjörnur, – sólstjörnur.“

Baldur: „Og það má sjá að stjörnurnar eru þéttastar á sléttunni á þessari vetrarbraut en fyrir utan sléttuna sem er miðjan í vetrarbrautinni, séð frá póllunum, eru stjörnurnar dreifðari.“

Hanna: „Hafa menn gert kort eða líkan af vetrarbrautinni?“

Þorsteinn: „Já. Menn hafa gert það. Í stórum dráttum.“

Sigurður: „Hvernig fara menn að því?“

Pétur: „Er hægt að skoða alla vetrarbrautina í þessum risasjónaukum?“

Þorsteinn: „Nei menn komast skammt með því einu. Mannsaugað getur ekki séð lengra en um þúsund parseks inn í sléttu vetrarbrautarinnar. Og sjónaukar? – Jafnvel risasjónaukar ná ekki mikið lengra vegna gas- og rykskýja sem eru svo stór og víðáttu-mikil að engin leið er að sjá í gegnum þau með sjónaukum.“

Oktavía: „Hvað er parsek?“

Þorsteinn: „Það eru ákveðin lengdareining sem menn nota mikið í stjörnufræði, þegar menn tala um vegalengdir. Ein parsek er 3.2615 ljósár. Og megaparsek er ein milljón parsek.“

Sigurður: „Getum við séð þessi ský í vetrarbrautinni með berum augum?“

Þorsteinn: „Já. Já. Horfðu vel. Hérna. Sérðu ekki dökka bletti í stjarnþyrpingunum?“

Sigurður: „Jú. Ég sé þá. En eru þetta ekki bara tiltölulega auð svæði með fáum sólstjörnum?“

Þorsteinn: „Nei. Þetta eru geysilega stór gas- og reykský í vetrarbrautinni. Og þau skipta þúsundum. Menn hafa gefið sumum þeirra nöfn. Eitt kalla menn t.d. Kolapokann.“

Pétur: „Kolapokann. Það er einkennilegt nafn á svona háu fyrirbæri. Hvar er hann?“

Þorsteinn: „Hann er ský nálægt Suðurkrossinum. Og annað gengur undir nafninu Hrosshausinn. Hann er dökk þoka í Orion stjörnumerkinu.“

Oktavía: „Eru öll þessi ský dökk?“

Þorsteinn: „Nei, nei. Sum eru skínandi. Þau senda frá sér annað hvort sína eigin geisla eða þá að ljós þeirra er endurskin frá björtum nálægum stjörnum.“

Pétur: „Hrosshausinn í Orion þokunni! Get ég séð Orionþokuna?“

Þorsteinn: „Hún sést í sjónauka. Hún er gasský sem drekkur í sig útfjólubláa geisla frá mjög heitum sólum í námunda við hana og endursendir ljósið.“

Hanna: „Og vegna þessara þúsunda af geysistörum skýjum í vetrarbrautinni er ekki hægt að kortleggja hana eða kanna?“

Þorsteinn: „Það hef ég ekki sagt. Ég sagði að það væri ekki hægt með aðferðum gömlu stjörnufræðinnar, ekki einu sinni með risasjónaukum. En eftir að nýja stjörnufræðin, radió eða útvarpsstjörnufræðin, kom fram er hægt að kortleggja hana alla.“

Pétur: „Hvernig þá?“

Þorsteinn: „Þessi miklu ský eru engin hindrun fyrir radióbylgjur. Þær fara í gegnum þau. Þess vegna eru nú radió stjörnufræðingar að reyna að kortleggja gjörvalla vetrarbrautina.“

Oktavía: „En því verki er ekki lokið?“

Þorsteinn: „Nei. En þeir hafa samt þegar gert af henni tvö umfangsmikil kort: Annað sýnir hana ofan frá og hitt frá hlið.“

Sigurður: „Það er ekki lítið verk að kortleggja alla vetrarbrautina. Hvað sagðir þú að sólirnar í henni væru margar?“

Þorsteinn: „Hundrað þúsund milljónir.“

Oktavía: „Og þúsundir ryk- og gasskýja þessu til viðbótar?“

Þorsteinn: „Já. Þau eru kannski efnismestu fyrirbæri vetrarbrautarinnar.“

Hanna: „Skýin?“

Þorsteinn: „Já.“

Pétur: „Til hvers eru þau eiginlega?“

Þorsteinn: „Til hvers er skrýtin spurning? En úr þessum skýjum eru nýjar sólir skapaðar.“

Sigurður: „Hvaða efni er í þessum skýjum?“

Björn: „Þau eru nær eingöngu mynduð úr vetnissameindum.“

Hanna: „Hvernig geta menn vitað það?“

Þorsteinn: „Með litrófsgreiningu. – Annars eru ekki nema tíu ár síðan menn vissu að þau væru til í þessu magni.“

Pétur: „Og þú segir að úr þessum mestu efnisbáknum vetrarbrautarinnar verði nýjar sólir til?“

Þorsteinn: „Já.“

Sigurður: „Hvernig myndast nýjar sólir?“

Þorsteinn: „Ja. Hvernig þær verða til? Menn sem eru að velta þessu fyrir sér standa í svipuðum sporum og vísindamenn á 19. öld sem voru að velta því fyrir sér hvernig fóstur þróaðist.“

Hanna: „Er þetta nú sambærilegt?“

Þorsteinn: „Já. Vísindamenn sjá ekki á fullsköpuðu barni hvernig það hefur þróast sem fóstur. Vísindamenn sjá ekki heldur sól í sköpun vegna þess að hún er hulin þéttum ryk- og gasskýjum. Þeir sjá hana fyrst þegar geislar hennar brjótast í gegnum skýjahjúpinn, – en þá er hún næstum fullsköpuð. Og það er ekki hægt að sjá hvað gerðist.“

Oktavía: „Hvar í vetrarbrautinni skapast þessar nýju sólir?“

Þorsteinn: „Í örmum hennar?“

Séra Ögmundur: „Í örmum hennar. Er þetta skáldleg samlíking?“

Þorsteinn: „Nei. Síður en svo. Vetrarbrautin okkar er svonefnd þyrilvetrarbraut. Út frá miðju hennar ganga sex armar eins og allir hljóta að hafa séð á myndum. Fjórir stórir og tveir minni.“

Oktavía: „Og þessir armar vetrarbrautarinnar eru eins konar fæðingardeildir fyrir nýjar sólar?“

Sigurður: „Og þessi geysistöru ský eru við arma vetrarbrautarinnar þar sem nýjar sólar fæðast. Sagðir þú ekki að þau væri að mestu vetnissameindir?“

Þorsteinn: „Jú. Og það er fremur nýleg uppgötvun.“

Pétur: „En nú þegar við horfum hér út um gluggann sjáum við ekki betur en að það sé talsvert mikið tómarúm til milli stjarnanna. Er slíkt tómarúm ef til vill ekki til?“

Þorsteinn: „Ekki í okkar vetrarbraut. Þar er alls staðar eitthvert efni í geimnum milli sólstjarnanna. Það getur að vísu verið mjög lítið.“

Hanna: „Hvað lítið?“

Þorsteinn: „Ja. Eigum við að segja aðeins eitt atóm í hverjum rúmsentimetra.“

Sigurður: „En þéttleiki efnis milli sólstjarna hlýtur að vera mjög misjafn?“

Þorsteinn: „Já. Hann er það auðvitað. Sé þéttleikinn mikill er efnið nefnt ský en sé hann lítill er talað um efnið sem gas milli skýja.“

Pétur: „Erum við ekki farin að villast í öllum þessum þokum frá upphaflegu markmiði okkar að ná fram heildarmynd af tilverunni sem við getum kallað heimsmynd okkar tíma?“

Sigurður: „Já. Þetta er rétt, við verðum að halda áfram að rekja þróunina.“

Hanna: „Hvert vorum við komin?“

Oktavía: „Við vorum búin að sjá að í upphafi eru engin atóm til og engin frumefni. Við röktum hvernig atóm verða til á 700.000 árum.“

Pétur: „Og næsta stigið var að tvö léttustu frumefnin, vetni og helíum, dragast saman í geysimiklar efnisþokur sem verða vetrarbrautir. Og í hverri þeirra myndast 100 þúsund milljón

sólr og helmingur þeirra er sennilega með reikistjörnum, sem eru of litlar til að finnast. Og nú erum við stödd í okkar vetrarbraut.“

Oktavía: „Og erum að villast þar í svo sem eins og fjögur þúsund risastórum þokum.“

Pétur: „En er í þessum þokum ekki einmitt að finna lausnina á framhaldi efnisþróunarinnar?“

Þorsteinn: „Jú. Auðvitað. Hvar annars staðar ættum við frekar að leita að lausn gátunnar?“

Sigurður: „Það er staðreynd að við erum lifandi og lífið er til. Það er líka staðreynd að þung frumefni eru skilyrði og undirstaða lífsins. Þróunin stefnir því til þungra frumefna.“

Hanna: „Já. En hvar verða þessi þungu frumefni til?“

Björn: „Þau verða til í miðju sólanna. Hvergi annars staðar er nógu mikill þrýstingur.“

Pétur: „Og þar breytast sem sagt vetni og helíum í þungu frumefnin?“

Oktavía: „Og þessi margnefndu ský okkar í vetrarbrautinni. Hvað eru þau þá? Ekki geta þau verið efni í fyrstu sólirnar. Til þess eru þau ekki nógu gömul.“

Björn: „Nei. Það er alveg rétt. Þau geta það ekki. En sólr eru alltaf að fæðast og deyja. Stóru fyrstu sólirnar hafa sprungið og ný kynslóð sólstjarna tekið við og enn eru sólr í sköpun í milljónatali í vetrarbrautinni.“

Pétur: „Eru þá fyrst og fremst atóm í þessum skýjum?“

Björn: „Það héldu menn fyrst. Menn héldu að þau væru aðallega vetnisatóm og um tíundi hluti helíumatóm og svo örlítið af þyngri atómum. – Og auk þess um eitt prósent þeirra smásærykkorn sem senda frá sér innrauða geisla.“

Sigurður: „En það reyndist ekki rétt?“

Björn: „Nei. Nýjustu rannsóknir hafa breytt þessari skoðun. Menn hafa komist að því að þessi ský eru ekki samansett úr atómum, heldur úr sameindum.“

Hanna: „Skiptir það svo miklu máli?“

Björn: „Já. Ský úr sameindum hljóta að vera miklu kaldari og þéttari en ský úr atómum.“

Oktavía: „Heitu skýin eru þá atóm og þau kaldari sameindir?“

Sigurður: „Og skýin sem nýjar sólar myndast úr eru ekki eingöngu heit atómský?“

Björn: „Nei. Um 10-50% þeirra eru mynduð úr sameindum.“

Pétur: „Mér skilst að hitastigið hljóti að ráða því hvort ský eru úr atómum eða sameindum, sama skýið getur ekki verið úr hvoru tveggja.“

Björn: „Það er að vísu rétt en samt virðast stærstu sameindaskýin vera líka úr hjúpi af atómum.“

Hanna: „Hvernig í ósköpunum sjá menn það úr mörg þúsund ljósára fjarlægð?“

Þorsteinn: „Ja. – Sjáðu til. Menn mæla þetta á þrjá vegu: Með litrófsgreiningu, með öldulengd og með mælingum á útgeislun. Það er þetta þrennt sem gefur okkur upplýsingar um flest.“

Pétur: „Þetta efni sem er í geimnum milli sólstjarnanna. Er það eingöngu vetni og helíum?“

Björn: „Nei. En að mestu leyti. – Það hafa nú, árið 1983, fundist þar 53 mismunandi sameindir.“

Sigurður: „Og allt efni sem fundist hefur á jörðinni?“

Björn: „Nei, nei. Ekki allt. Sum efnin hafa ekki fundist á jörðinni.“

Oktavía: „Og þetta eru líka flóknar sameindir? Ekki aðeins þær einföldustu?“

Björn: „Já. Sumar eru flóknar, eins og t.d. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.“

Hanna: „Hvaða efni eru nú þetta?“

Björn: „O, það finnst nú líka á jörðinni og gengur þar almennt undir nafninu vodka.“

Sigurður: „Vodka. Jæja. Það var gaman að heyra.“

Pétur: „Og það er til nóg af þessu þarna?“

Björn: „Ég hefði nú haldið það. Prófessorarnir við Maryland háskóla fullyrða að það sé svo mikið, að ef jörðin væri flaska þá mætti fylla hana 10 þúsund sinnum af þessum ágætu veigum.“

- Pétur:* „Svo að þeir Óðinn og Júpíter og aðrir sem aka vetrarbrautina ættu að geta verið sæmilega hressir!“
- Sigurður:* „Og þarna úti ætti þá að vera nóg til að blanda með, eða hvað?“
- Björn:* „Já. Ætli ekki það. Af vetni eru þarna 100.000 sinnum meira en af vodkanu.“
- Pétur:* „Svo að ef þessi yrði blandað saman yrði drykkurinn aðeins 0.0002% alkóhól proof!“
- Oktavía:* „Já. Þetta er nú gott og blessað. En hvað með þungu efnin sem líf byggist á?“
- Björn:* „Þau eru til. Helstu efnin eru vetni, súrefni, kolefni og köfnunarefni. Í nokkrum skýjum er sílíkon og brennisteinn.“
- Oktavía:* „Hvernig kemur þetta þróun efnisins við?“
- Björn:* „Já. Framhald þróunarinnar verður eins og við sögðum í hjarta sólnanna. Aðeins þar er hitinn nógu mikill til að þungu frumefnin verði til. Þau verða til við atómsprengingar. Þessi nýju þýðingarmiklu efni hafa streymt frá gömlu stóru sólunum út í rúmið og þannig verða til efni eins og kolefni, köfnunarefni og súrefni.“
- Sigurður:* „Áttu við að það streymi út í rúmið þegar gömlu sólirnar springa?“
- Björn:* „Það eru margar leiðir til að koma þungu efnunum út í veröldina svo að sköpunin geti þróast áfram. Stundum gerist það þannig að þessar mæður, gömlu sólirnar, senda frá sér storma efnisagna út í geiminn. Stundum sprengist allt yfirborð sólstjörnunnar burt og sólin verður nóva eða súpernáva. Mest af efni þeirra fer út í rúmið og byrjar þar nýja fullkomnari sköpun.“
- Hanna:* „Hvers vegna fullkomnari?“
- Björn:* „Vegna þess að hún er sköpun sem leiðir til lífs, – vegna þungu frumefnanna.“
- Baldur:* „Stórvirkustu aðferðirnar við að koma þungu lífsnauðsynlegu efnunum út í geiminn kalla stjörnufræðingar slys.“
- Pétur:* „Hvað eiga þeir við með því, fyrst þetta er sköpun, – framþróun?“

Baldur: „Þetta er bæði sköpun og eyðing.“

Sigurður: „Er hægt að sjá merki um slík slys í vetrarbrautinni?“

Þorsteinn: „Já. Fjöldamörg. Það eru þekktar þúsund svokallaðar hringpokur innan okkar vetrarbrautar, sem menn telja að hafi myndast við sprengingu gamalla sólna. Til dæmis Blæpokan í stjörnumerkinu Svaninum. Hún er afleiðing af slíkri sprengingu.“

Oktavía: „En eru þetta ekki slys? Slíkar sprengingar hljóta að eyða öllum hugsanlegum reikistjörnum á stóru svæði.“

Þorsteinn: „Slys? Er regnið slys vegna þess að það velkur flóði sem drekkir mönnum? Hér eru fyrst og fremst að verki reginöfl mikillar sköpunar sem eru langt fyrir handan allt sem í okkar siðfræði heitir gott og illt.“

Pétur: „En á þennan hátt verður sem sagt til ný kynslóð sólna?“

Þorsteinn: „Já.“

Sigurður: „Og þessi nýja kynslóð er fædd af eldri kynslóð sólstjarna?“

Þorsteinn: „Já. Við sjáum t.d. margar kynslóðir stórsólna sem kallaðar eru O sólir í Orion þokunni.“

Hanna: „Er nú ekki búið að ræða nóg um þokurnar?“

Oktavía: „Gefðu okkur að síðustu skýra mynd af stærð þessara sameindaskýja og fjölda. Við megum ekki gleyma því að í þessum þokum liggur framtíðin. Þær eru alltaf að skapa nýjar sólir.“

Þorsteinn: „Já. Sameindaskýin. Þau eru nú talin um fjögur þúsund. Þau hafa óreglulegar en skýrar útlínur. Efnið í hverju skýi er 100.000-200.000 sólmassar, svo að í hverju skýi er efni í allt að 200.000 nýjar sólir á stærð við okkar sól. Þessi ský eru eins og maríubreiða. Þau dragast saman í þéttari hnoðra og hnoðrarnir verða síðar að sólum.“

Hanna: „Sólmassi? Hvað er það?“

Þorsteinn: „Sólmassi. Já. Við notum þetta orð. Vegna þess að sólin okkar er venjuleg sól þá er hún oft notuð sem mælikvarði á aðrar sólir.“

Pétur: „Og þessar stjörnur sem við sjáum hér. Hvað eru þær margir sólmassar?“

Þorsteinn: „Þessar sólstjörnur sem við sjáum hafa 60 sólmassa þær stærstu en þær minnstu eru aðeins tólfti hluti af okkar sól.“

Oktavía: „Mér finnst heildarmyndin sem dregin hefur verið af vetrarbrautinni alls ekki nógu skýr.“

Sigurður: „Ég er þessu sammála. Við höfum talað um einstaka hluti sem heyra til vetrarbrautinni en það vantar skýra heildarmynd.“

Hanna: „Við hvað eigið þið?“

Sigurður: „Það sem ég á við þegar ég bið um skýra heildarmynd er: Hvernig er lögun hennar? Hverjir eru hinir ýmsu hlutar hennar? Og hvar kemur hver hlutur inn í myndina?“

Pétur: „Já ég vil líka fá skýra mynd af þessu og fyrst stutt svar við því hvað er í vetrarbrautinni.“

Oktavía: „Getur þú dregið upp skýra mynd af þessu?“

Þorsteinn: „Ég skal reyna. Og ég skal svara síðustu spurningunni fyrst: Vetrarbrautin er meira en safn hundrað þúsund milljón sólstjarna. Hún er líka safn af fjölmörgum víðáttumiklum skýjum eða þokum sem nýjar sólar eru að myndast úr. Og hún er loks full af kraftmiklum geimgeislum.“

Pétur: „Og hvað um helstu hluta hennar?“

Þorsteinn: „Þeir eru fimm: Sléttan, armarnir, kórónan, kjarninn og svo hvelin.“

Sigurður: „Og hvernig lítur þá heildarmyndin út?“

Þorsteinn: „Við skulum hugsa okkur venjulegt hnattlíkan. Síðan þrýstum við pólunum saman þannig að breiddin verði helmingi meiri en hæðin. Hér erum við komin með heildarmyndina af vetrarbrautinni. En hún er auðvitað innan þessa líkans, en ekki utan á því. Um miðbauginn er hvíta beltið. Það myndar sléttuna eða kringluna. Ef við horfum á þessa björtu sléttu t.d. frá öðrum hvorum pólnum, það er að segja ofan eða neðanfrá, þá sjáum við að þetta er ekki samfelld kringlótt slétta. Heldur skiptist sléttan í þrennt. Í miðju sem er eins og hálfkúla eða kóróna og út frá henni ganga sex armar, fjórir stórir og tveir litlir. Miðjan og armarnir eru skínandi bjartir af þéttum sólum. En við útjaðra armanna er mikið af þokum sem eins og við sögðum

eru fæðingardeildir nýrra sólna. Og yfir þessari sléttu hvelfast svo hvelin beggja megin. Í hvelunum eru sólstjörnurnar miklu dreifðari. Og þær eru eldri.“

Oktavía: „Og hvar er sólin okkar í vetrarbrautinni?“

Þorsteinn: „Ef við horfum í átt til Bognannsins þá horfum við í átt að miðju vetrarbrautarinnar. Við erum í öðrum af litlu örmunum fremur utarlega eða um 10 kílóparsek frá miðjunni. En sléttan eða diskurinn í vetrarbrautinni er um 30 kílóparsek í þvermál og 0.1 kílóparsek á þykkt.“

Pétur: „Og þessi diskur, sem þú nefnir. Snýst hann allur um miðju vetrarbrautarinnar?“

Þorsteinn: „Já. Það snýst allt um miðju vetrarbrautarinnar en ekki eins og föst plata. Hver sól snýst sinn eigin hring kringum þessa miðju.“

Hanna: „Og einnig okkar sólkerfi?“

Þorsteinn: „Já. Okkar sól fer sinn hring á 224 milljón árum. Frá því að fyrsti maðurinn kom fram fyrir 5 milljón árum hefur hún aðeins farið 8° af 360. En alls hefur sólin farið 22 hringi á sinni ævi, og má því segja að hún sé tuttugu og tveggja ára gömul.“

Sigurður: „Hvað nefnast slík ár sem þessi? Er til nafn á þeim?“

Þorsteinn: „Já. Þau eru á ensku nefnd Cosmic sun years. Við getum kallað þau sólarár.“

Oktavía: „Og hvað halda menn þá að jörðin eigi eftir að fara marga hringi enn?“

Þorsteinn: „Sólin er ung ennþá. Ætli hún eigi ekki eftir að fara 30-40 hringi ennþá.“

Pétur: „Þú sagðir að hver sól færi sína eigin braut. Þær snúast þá ekki allar með sama hraða?“

Þorsteinn: „Nei. Innstu sólirnar, þær sem næstar eru miðjunni, snúast hraðast.“

Sigurður: „Er það ekki alveg eins og í okkar sólkerfi, snúast ekki reikistjörnurnar sem næstar eru sólinni hraðast í kringum hana?“

Þorsteinn: „Jú. Það er rétt. Þetta er svipað.“

Hanna: „Og um þessa miðju vetrarbrautarinnar snúast hundrað þúsund milljón sólrir?“

Sigurður: „Og til viðbótar allar reikistjörnur þessara sólna?“

Stefán: „Ég leyfi mér nú að efast um að svona tölur geti verið réttar!“

Oktavía: „Hefur nokkur talið þessar sólrir?“

Þorsteinn: „Nei. Að sjálfsögðu ekki.“

Sigurður: „En hvernig er þá hægt að setja fram svona tölur?“

Þorsteinn: „Þetta er algerlega áætluð tala.“

Pétur: „En á hverju byggist hún þá?“

Þorsteinn: „Hún byggist á því að menn hafa reynt að reikna út efnismassann í vetrarbrautinni.“

Oktavía: „Í sólum hennar?“

Þorsteinn: „Já. Í sólum hennar. Og það er talið að efnið í vetrarbrautinni sé um 2.0×10^{11} sólmassar.“

Pétur: „Og það þýðir að í vetrarbrautinni væru 200 þúsund milljón sólrir ef allar væru af sömu stærð og okkar sól.“

Þorsteinn: „Já. Eins og ég sagði. Þetta er áætluð tala sem byggist á vitneskjunni um efnismagnið.“

Oktavía: „En við höfum ekkert talað um þennan innsta kjarna vetrarbrautarinnar sem allt snýst um.“

Pétur: „Nei. En er svo mikið um hann vitað?“

Þorsteinn: „Engan veginn nóg.“

Oktavía: „Hvað halda menn að hann sé?“

Þorsteinn: „Sumir halda að hann sé kvasi.“

Balclur: „Og aðrir halda að hann sé svarthol.“

Björn: „Kannski er hann bæði kvasi og svarthol. Eða er ekki vel hugsanlegt að hann byrji sem kvasi og endi sem svarthol?“

Þorsteinn: „Það getur verið. Þarna er mikið að gerast. En við vitum ekki ennþá hvað. Kringum kjarnann er bæði gífurlegur fjöldi sólna og utar hringur sanneindaskýja. Þarna eru öfl sköpunarinnar afkastamest. En innsti kjarninn sendir bæði frá sér innrauða geisla og röntgengeisla. Eftir langt tímabil mikillar sköpunar gæti svarthol verið byrjað að myndast í sjálfum kjarnanum.“

Oktavía: „Væri það ekki einmitt í samræmi við það sem við höfum kallað heimsmynd okkar tíma?“

Björn: „Jú. Og meðan við vitum ekki betur, skulum við halda okkur við þá heimsmynd.“

VII

Sólkerfið

Pétur: „Nú, nú. Við höfum í stórum dráttum komið okkur saman um heimsmynd okkar tíma frá stórusprengju til sólkerfis okkar.“

Oktavía: „Má ég samt ekki biðja um örstutta upprifjun á heimsmyndinni.“

Sigurður: „Já. Við komum okkursaman um þessi atriði: Í upphafi var stórasprengja. Fyrstu 700.000 árin voru engin atóm til og þess vegna ekki frumefni eða efni í okkar skilningi. Eftir 700.000 ár myndast atómin og efnið fer að dragast saman í geysistór efnisský sem síðan fer að reka sundur hvert frá öðru.“

Pétur: „Ef til vill ekki ósvipað og meginlöndin á jörðinni sem rak sundur.“

Baldur: „Við getum haft það í huga sem líkingu þó að það sé annars eðlis.“

Sigurður: „Á þriðja stigi þessarar þróunar myndast þannig stórvetrarbrautir og innan hverrar stórvetrarbrautar er svo fjöldi vetrarbrauta sem tengjast saman í þessu stóra kerfi. Vetrarbrautirnar í okkar þekkta alheimi hafa verið áætlaðar hundrað þúsund milljónir. Ein þessara hundrað þúsund milljóna er vetrarbrautin okkar. Í henni telja menn að séu hundrað þúsund milljón sólar.“

Hanna: „Og síðan reikistjörnur sem ganga kringum hverja sól.“

Þorsteinn: „Ekki allar. Eins og ég hef áður sagt þá er talið að um

helmingur sólanna sé tvísólr án reikistjarna. Hinn helmingurinn er með reikistjörnum að menn halda.“

Pétur: „Nú. Og okkar sól er ein þessara hundrað þúsund milljón sólna í vetrarbrautinni okkar?“

Þorsteinn: „Já. Ósköp venjuleg sól í öðrum litla arminum milli Perseusararmsins og Cygnusararmsins, fremur utarlega í vetrarbrautinni.“

Hanna: „Og hvert stefnir sólin?“

Pétur: „Hvert hún stefnir?“

Hanna: „Já.“

Þorsteinn: „Við getum sagt að hún stefni á sjötíu þúsund kílómetra hraða á klukkustund í átt til Vega.“

Hanna: „Hvað er Vega?“

Þorsteinn: „Vega er nálæg sól. Næst okkar sólkerfi er Alfa Centauri, þá Síríus, síðan Procyon og Vega er fjórða nálægasta sólin.“

Hanna: „Hve langt er til næstu sólar, Alfa Centauri?“

Þorsteinn: „4,4 ljósár.“

Pétur: „Ég vil fremur fá að vita hvernig sólin og sólkerfið urðu til.“

Oktavía: „Og ég vil vita hvernig sólin er.“

Sigurður: „Og hvað um framtíð hennar fyrst hún fæðist og deyr?“

Hanna: „Það er ekki hægt að svara svona spurningum.“

Björn: „Jú. Menn telja sig geta það.“

Pétur: „Eigum við þá ekki að byrja á fyrstu spurningunni: Hvernig varð sólin til og hvað er hún gömul?“

Björn: „Sólin okkar er í þeim flokki sólna sem nefnast G2. Hún er af annarri kynslóð sólna. Aldur hennar er fjórar og hálf til fimm árbílljónir.“

Hanna: „Svo hún er búin að skína í fimm þúsund milljón ár?“

Björn: „Já.“

Sigurður: „Og hvað á hún eftir að lifa lengi?“

Björn: „Flestir segja að hún sé nú miðaldra. Hún verður svipuð næstu 5 þúsund milljón árin.“

Hanna: „Verður hún þá ekki til lengur?“

Björn: „Jú. En þá breytist hún í svokallaðan rauðan risa. Hún breytist þá svo mikið að það má segja að hún hætti þá að verða sólin okkar, sem viðheldur öllu lífi á jörðinni.“

Pétur: „En hvernig hefur hún orðið til?“

Björn: „Við höfum áður talað um þessi óhemjustóru efnisský. Við líktum þeim við maríubreiðu. Úr hverjum skýhnoðra í þessari stóru breiðu myndast sól eða sólrir.“

Pétur: „Og úr einum þessara hnoðra er sólin okkar og allt sólkerfið myndað?“

Björn: „Já. Hann dregst saman og þéttist. Og kraftarnir fjórir, einkum þyngdaraflið, hanna þennan skýhnoðra og breyta honum í það sem við köllum sólkerfi okkar.“

Hanna: „Sólina, pláneturnar níu og öll fylgitunglin?“

Björn: „Já, – það. Og allt annað í sólkerfinu.“

Oktavía: „Sólin er upphaflega stórt ský segir þú. Það er auðskilið. En hvernig raunverulega myndast sólin og sólkerfið úr þessu skýi?“

Björn: „Þannig að efnið fer að dragast saman og við það verður miðja þess mjög heit. Vetnið breytist í hitaorku við samdráttinn. Þegar hitinn er orðinn nógu mikill byrja kjarnorkusprengingar í miðjunni. Þær breyttu vetni í helíum og sólin varð til.“

Oktavía: „En hvernig er sólin? Hvað vitum við eiginlega um það hvernig sólin er?“

Pétur: „Hún er heit.“

Oktavía: „Já. Já. Hún er heit. Er það það eina sem við vitum um hana?“

Sigurður: „Hún er björt. Nærir allt líf á jörðinni. Allt líf er umbreytt sólarljós.“

Pétur: „Og allt sem við étum?“

Sigurður: „Já. Allt sem við étum var sólarljós.“

Oktavía: „Þetta vita nú allir. Ég á ekki við þetta. Ég á við hvernig er hún gerð. Hvernig er hún samansett. Hún hlýtur að skiptast í einhverja hluta eins og . . . Eins og t.d. líkaminn.“

Pétur: „Þú heldur kannski að hún sé persóna, kannski lifandi?“

Oktavía: „Hvers vegna ekki? Hvað vitum við um líf?“

Sigurður: „Svona svona. Engar frumstæðar vangaveltur. Þetta á að vera vísindaleg umræða.“

Oktavía: „Hvernig er hún þá gerð?“

Pétur: „Sólin?“

Oktavía: „Já. Auðvitað sólin.“

Björn: „Það er alveg rétt hjá Oktavíu. Hún skiptist í aðgreinda hluta.“

Hanna: „Í hvaða hluta?“

Björn: „Við getum talað um kjarna sólarinnar, miðhluta hennar sem er að mestu leyti gas og svo yfirborð hennar.“

Þorsteinn: „Er þetta nú ekki alltof mikil einföldun? Ég held nú að það yrði að skipta sólinni í að minnsta kosti sex hluta.“

Pétur: „Ef svo er þá bið ég um nákvæmar upplýsingar. Ég hef áður sagt að við viljum ekki láta mata okkur á tómum léttmeti. Við erum engin börn.“

Sigurður: „Ég er samnála. Mín vegna má þessi umræða vera bæði vísindalegri og þyngri.“

Stefán: „Ég veit nú ekki hvort það er svo mikið að græða á löngum latínuorðum og þurrum tölum.“

Pétur: „Jú. Við biðjum um nákvæmar upplýsingar. Ef þær þá eru til. Í hvaða hluta skiptist sólin? Hvað eru þeir stórir og hvað er hitinn mikill á hverjum stað? Getur þú kannski ekki sagt okkur þetta?“

Björn: „Jú. Ég skal reyna. Sólin skiptist í 1) Kjarna. Hitinn í kjarnanum getur náð 1.4×10^7 – eða tæplega 15 milljón gráðum. Þessi hiti fer 230.000 – 470.000 km frá miðjunni að næsta hluta sólarinnar sem nefnist geislahvolf. Frá því berst hitinn með geislum 225.000 km veg til yfirborðsins um svokallað iðuhvolf sem er þriðji hluti sólarinnar. Fjórði hluti hennar er svo yfirborðið sem nefnist ljóshvolf. Það er aðeins 5000 km djúpt og þar er hitinn 4.5×10^3 – 5.8×10^3 C. Fyrir utan þetta yfirborð tekur við fimmti hluti sólarinnar sem kallast litahvolfið. Það er um 130.000 km þykkt. Og loks eldblossar sem koma frá sólinni og teygjast langt út í geiminn. Þessi sjötti og síðasti

hluti nefnist kóróna. Hún sendir frá sér straum af efnisögnum, prótónum og elektrónum inn í sólkerfið.“

Tryggvi: „Eru þetta ekki hinir svokölluðu sólarvindar?“

Björn: „Jú. Og þeir ná til reikistjarnanna og sveipast kringum segulsvið jarðarinnar og Júpíters.“

Oktavía: „Hvers vegna fara þeir ekki um segulsvið hinna reikistjarnanna?“

Pétur: „Röng spurning. Jörðin og Júpíter eru einu reikistjörnurnar sem hafa segulsvið.“

Hanna: „Svo þessir sólvindar hafa áhrif á jörðina?“

Björn: „Já. Þeir eru misjafnir að styrkleika. En allar breytingar í sólinni verka á allt sólkerfið.“

Sigurður: „Eins og sólblettirnir?“

Björn: „Já. Rétt. Breytingar á þeim virðast nokkuð reglubundnar. Þeir aukast á ellefu ára fresti og hafa áhrif á segulsvið og útvarpsbylgjur.“

Tryggvi: „Og kannski á veðrið hjá okkur?“

Björn: „Já. Sumir halda það.“

Pétur: „Þetta var nú allt ágætt. Þurrt og vísindalegt.“

Tryggvi: „Ég hef verið að velta einu vandamáli fyrir mér. Hvernig getur sólin lifað svona lengi sem sól? Þyngdaraflið er geysimikið og ætti að draga hvert atóm inn að miðjunni. Og auk þess sendir hún stöðugt frá sér orku eftir því sem menn segja í meira en 10 þúsund milljón ár. Hvers vegna hrynur hún ekki saman? Hvers vegna tæmist hún ekki og eyðist?“

Björn: „Það er rétt hjá þér að sólin verður alltaf að berjast við þyngdaraflið. Það er líka hárrétt að hvert atóm dregst af feikna-krafti að miðju hennar.“

Sigurður: „En hver er þá skýringin á því að þetta gerist ekki?“

Björn: „Það þarf alls staðar að nota afl gegn afli til að skapa jafnvægi.“

Oktavía: „Og hvaðan kemur sólinni þetta afl sem skapar jafnvægi?“

Björn: „Það afl kemur frá kjarna hennar.“

Pétur: „Hvernig þá?“

Björn: „Ytri lög sólarinnar eru dregin að miðjunni en kjarninn þrýstir á móti með jafnmiklu afli.“

Hanna: „Hvað orsakar þennan mótþrýsting frá kjarnanum?“

Björn: „Þrýstingurinn orsakast af um 15 milljón gráða hita kjarnans.“

Sigurður: „Og er hann jafnmikill og allur þungi ytri laga sólarinnar?“

Björn: „Já hann er gífurlega sterkur. Hann er 2×10^9 meiri en loftþrýstingur við sjó á jörðunni.“

Hanna: „Hvað er nú aftur, -2×10^9 ?“

Pétur: „Það er sama og tvö þúsund milljónir. – Þrýstingurinn er tvö þúsund milljón sinnum meiri en loftþrýstingur við sjó.“

Sigurður: „Já. Ég hefði haldið að átök af þessu tagi gætu naumast staðið nema stutta stund. Síst af öllu að þau gætustaðið yfir í 10 þúsund milljón ár, – eða meir.“

Oktavía: „Ég verð að segja það sama. Og hvernig geta svona átök verið stöðug allan þennan tíma? Hvers vegna gengur þessum tveimur risum ekki betur til skiptis?“

Pétur: „Eins og í rómverskri glímu, áttu við?“

Oktavía: „Já. Til dæmis.“

Pétur: „Þú ert alltaf jafn óvísindaleg. Þetta á ekkert skylt við rómverska glímu. Hér eru engir tveir jötnar sem takast á. Hvers vegna í ósköpunum þurfa menn alltaf að sjá alla hluti í mannlegri mynd.“

Oktavía: „O, svona líkingar gera okkur aðeins auðveldara að skilja.“

Pétur: „Ég held að þær séu þvert á móti ævinlega til að rugla okkur. Maðurinn þarf alltaf að vera að troða sjálfum sér inn í myndina.“

Sigurður: „Svona nú. Hættið þessu. Höldum heldur áfram með þetta.“

Hanna: „Já. Spurningunni er ekki svarað nema til hálf. Sólin skín. Það er staðreynd. Hún tapar stöðugt orku. Og það ekki neinni smáræðis orku, – endalaust. Hvernig getur hún bætt sér upp þetta orkutap?“

Björn: „Kjarni sólarinnar er alltaf að framleiða nýja orku.“

Pétur: „En hvernig?“

Björn: „Hann gerir það með vetnissprengjum.“

Hanna: „Vetnissprengjum?“

Björn: „Já. Það er að segja. Hér er um að ræða þá umframorku sem kemur fram við það að vetni breytist í helíum.“

Sigurður: „Hvernig breytist vetni í helíum?“

Björn: „Þannig að fjögur vetnisatóm mynda eitt helíumatóm.“

Oktavía: „Og þessi breyting að breyta vetni í helíum á að gefa sólinni orkuforða sem endist í 10 þúsund milljón ár?“

Björn: „Já. Þetta er mjög áhrifarík aðferð til að framleiða orku. Eitt kíló af efni sem breytist á þennan hátt felur í sér næga orku til að láta hundrað kerta ljósaperu loga í milljón ár.“

Sigurður: „Svo að þannig er þá jafnvægi komið á í sólinni.“

Björn: „Já. Þetta gerir hana öruggan og staðfastan ljósgjafa og lífgjafa okkar eins lengi og vetni er breytt í helíum í kjarna hennar.“

Pétur: „En þetta getur ekki gengið endalaust?“

Oktavía: „Nei. Það getur ekki gengið endalaust.“

Hanna: „Og sólin slokknar þegar allt vetni er þrotið?“

Björn: „Nei, ekki strax. Hún reynir að grípa til annarra orkulinda.“

Pétur: „En við það breytist hún í öðruvísi sól, eða hvað?“

Sigurður: „Já. Hún breytist. Auðvitað breytist hún.“

Pétur: „Hvaða orku notar hún eftir að vetnið er búið?“

Björn: „Eins og ég sagði þá breyttist vetnið í helíum. Það má segja að hún reyni að verjast hruni þegar hér er komið sögu með því að kjarninn dregst saman.“

Oktavía: „Og hvað gerist við það?“

Björn: „Þegar helíumkjarni dregst saman þá hitnar hann og sólin bætir sér á þann hátt upp orkutapið við að skína.“

Sigurður: „Og hvað gerist næst.“

Björn: „Um það vita menn ekki neitt með vissu og vísindamenn eru ekki sammála nema um eitt.“

Hanna: „Hvað?“

Björn: „Sólin deyr.“

Pétur: „Hvernig?“

Björn: „Sól getur dáið á þrjá vegu. Hún getur í fyrsta lagi orðið svarthol, í öðru lagi nifteindastjarna og í þriðja lagi rauður risi sem breytist síðar í hvítan dverg.“

Hanna: „Getur sólin okkar orðið svarthol?“

Björn: „Nei. Ekki ein. Sól sem verður svarthol þarf að hafa að minnsta kosti þrjá sólmassa, eða vera meira en þrisvar sinn-
un stærri en okkar sól. Þegar það gerist verður kjarninn stjórnl-
laus og springur og sólin verður supernóva. Það er jarðarför
stórrar sólarstjörnu. Hún verður eins björt og heil vetrarbraut.“

Oktavía: „En hvað okkar sól snertir þá er þessi leið óhugsandi?“

Björn: „Já.“

Pétur: „Og þá er aðeins um tvennt að velja.“

Sigurður: „Já. Nifteindastjarna eða hvítur dvergur.“

Oktavía: „Hvort verður hún?“

Björn: „Ég veit ekki hvort það liggur alveg á hreinu. Nifteinda-
stjarna verður varla til úr sól sem er meira en 2.2 sólmassar og
hvítur dvergur verður ekki til úr sól sem er meira en 1.4 sól-
massar.“

Hanna: „Hvað gerist ef sól verður hvítur dvergur?“

Björn: „Það sem gerist er þetta: Á sama tíma og helíumkjarninn
minnkar og hitnar, stækkar miðhluti sólarinnar. Yfirborð sólar-
innar kólnar um helming en sólin getur orðið tugum eða
hundruð sinnum stærri en nú.“

Tryggvi: „Er það þetta ástand sem menn kalla rauðan risa?“

Björn: „Já. Menn hafa kallað sólrir sem eru á þessu stigi því nafni.“

Oktavía: „En innra jafnvægi hennar hlýtur að raskast við þessar
breytingar?“

Björn: „Sólin er stöðugt að leita að nýju jafnvægi. Kjarninn dregst
saman meira og meira.“

Pétur: „En ekki endalaust?“

Björn: „Nei. Að lokum er kjarninn orðinn nógu lítill og heitur til
að ný tegund af sprengingum geti byrjað í miðju sólarinnar.

Helíumkjarninn verður nýtt eldsneyti við að breytast í kolefnis-
kjarna.“

Tryggvi: „Þarf ekki mjög hátt hitastig til að þetta geti gerst?“

Björn: „Jú. Hitastigið í kjarnanum verður að fara yfir 10^8K .“

Oktavía: „Svo að sólin hefur með þessu fundið aðra leið til að falla ekki saman og láta undan þyngdaraflinu?“

Björn: „Já. Að minnsta kosti um stund. Kjarninn hættir um stund að dragast saman.“

Hanna: „Þekkja menn sólin á þessu stigi?“

Sigurður: „Já. Getur þú bent okkur á einhvern rauðan risa sem hægt er að skoða?“

Þorsteinn: „Já, já. Sá sem menn þekkja best er Betelgense í Orion stjörnumerkinu.“

Pétur: „Og okkar sól verður eins og þessi stjarna eftir 5 þúsund milljón ár?“

Björn: „Já. En hún verður ekki eins stór.“

Hanna: „Og hvað verður þá um okkur – og jörðina þegar sólin er orðin rauður risi?“

Baldur: „Ef þá er til mannkyn í einhverri mynd sem verður að teljast afar ósennilegt, þá er ég hræddur um að það yrði að flytja sig á annan og byggilegri hnött.“

Sigurður: „Jörðin verður þá orðin óbyggileg?“

Björn: „Já. Hún verður það.“

Pétur: „En hvað verður endanlega um sólina?“

Björn: „Ég get ekki svarað því. En meðan sólin er rauður risi dregst kjarninn saman.“

Sigurður: „Nú ertu kominn í mótsögn við sjálfan þig. Þú sagðir áðan að kjarninn hætti að dragast saman.“

Björn: „Hann hættir. En aðeins ákveðið tímabil. Helíumsprengingarnar virðast hætta og byrja síðan aftur.“

Pétur: „Og kjarninn dregst saman vegna áhrifa þyngdaraflsins.“

Björn: „Já.“

Oktavía: „Og sólin heldur áfram að breytast?“

Björn: „Já. Þar fara fram margar breytingar. Allt helíum brennur

og myndar kolefni og súrefni. Kolefni breytist aftur í neon og magnesíum. Við súrefnisbrunann myndast sílíkon og brenni-
steinn. Og loks breytist neon, magnesíum og allt annað í járn.“

Oktavía: „Og eftir að járneð er myndað eru allar orkulindir
þrotnar?“

Pétur: „Og þessi þróun er óhjákvæmileg?“

Björn: „Já. Eins og ég sagði koma öðru hvoru tímabil þegar þessi
hnignun stöðvast um stund, en síðan heldur hún áfram að
nýju.“

Hanna: „Alveg eins og maðurinn eldist og deyr.“

Séra Ögmundur: „Hvers vegna þykjast menn svona öruggir um
þessa vitneskju sína?“

Björn: „Það er vegna rannsókna á öðrum sólum á öllum ævi-
skeiðum frá vöggum til grafar.“

Oktavía: „Og sólin hættir að vera rauður risi?“

Björn: „Já.“

Oktavía: „Hvað tekur þá við?“

Björn: „Þá dregst hún saman þar til hún verður á stærð við jörðina
og verður það sem kallað er hvítur dvergur.“

Tryggvi: „Það þýðir að kjarni hennar er einn eftir?“

Björn: „Já. Það er rétt.“

Sigurður: „Þekkja menn marga hvíta dverga?“

Þorsteinn: „Já, já. Sá bjartasti nefnist Síríus B, öðru nafni Hvolp-
urinn. Vegna þess að Síríus nefnist Hundurinn.“

Pétur: „Það hlýtur að vera erfitt að finna þennan hvolp.“

Þorsteinn: „Já. Síríus A er tíu þúsund sinnum bjartari en Síríus B
og þess vegna er erfitt að sjá hana.“

Stefán: „Einhvers staðar hef ég lesið um það, að það séu menn á
Síríus B.“

Pétur: „Tóm hindurvítu.“

Hanna: „Hindurvítu? Hvað veist þú um það? Hvers vegna gætu
ekki verið þarna menn?“

Björn: „Þeir þyrftu að minnsta kosti að hafa sterk bein.“

Sigurður: „Sterk bein? Hvers vegna segir þú það?“

Björn: „Vegna þess að venjulegur eldspýtustokkur mundi vega þar um 10 tonn.“

Oktavía: „Þú átt við að þessi gamla sól haldi enn efnismassa sínum og aðdráttarafli?“

Björn: „Já. Að miklu leyti.“

Tryggvi: „Ég skil þetta ekki fyllilega. Sólin okkar var orðin hvítur dvergur í þessum umræðum okkar. En hún var samt á stærð við jörðina. Það sem ég skil ekki er hvers vegna hún ætti að hætta þarna að hrynja saman. Hvaðan kemur henni kraftur til að stöðva þetta fall efnisins?“

Björn: „Já. Ég skil hvað þú átt við. En skýringin er sú að vegna þéttleikans kemur fram ný tegund af þrýstingi sem á ekkert skylt við hitaorku.“

Pétur: „Þrýstingur, sem ekki er orka. Er hann til?“

Björn: „Þessi þrýstingur nefnist rafeindaþrýstingur. Nafnið er dregið af hnignunarástandi rafeinda. Þrýstingurinn er svo mikill að rafeindirnar leggjast þétt saman án þess að bil sé á milli þeirra.“

Oktavía: „Og á þessu byggist mótstaðan sem veldur því að sólin verður ekki minni.“

Björn: „Já. Rafeindirnar veita mótstöðu eins og litlar stálfjaðrir sem þrýst er á.“

Pétur: „Svo þetta er þá hið endanlega ástand sólarinnar?“

Björn: „Nei. Ætli það.“

Stefán: „Hvað er þá endanlegt ástand?“

Hanna: „Hvað halda menn þá um framhaldið?“

Björn: „Menn halda að hvítur dvergur haldi áfram að kólna og breytist loks í svartan dverg.“

Sigurður: „Svartan dverg. Ég hef aldrei heyrt talað um þess háttar stjörnur.“

Oktavía: „Eru þær til?“

Björn: „Nei. Ekki svo menn viti.“

Pétur: „En hvað þá?“

Björn: „Alheimurinn er einfaldlega ekki ennþá nógu gamall til þess að nokkur stjarna hafi náð því stigi.“

Baldur: „En það eru til aðrar leiðir. Sól þarf ekki að verða hvítur dvergur?“

Björn: „Nei. Það er rétt. Eins og ég sagði þá geta aðeins þær sólar sem hafa minna en 1.4 sólarinnassa orðið hvítir dvergar.“

Tryggvi: „Hinar verða nifteindastjörnur?“

Björn: „Já, en til þess verða þær fyrst að verða súpernóvur.“

Hanna: „Hvað þýðir nóva?“

Björn: „Nóva þýðir ný stjarna.“

Sigurður: „En nóvur eru gamlar stjörnur en ekki nýjar.“

Baldur: „Já. En í gamla daga þegar þær voru fyrst uppgötvaðar sáu menn allt í einu nýja stjörnu koma fram í gömlu stjörnumerki, þar sem aldrei neitt hafði áður breyst. Þeir héldu að fram væri komin ný stjarna og kölluðu hana nóvu.“

Hanna: „Hver er munur á nóvu og súpernóvu?“

Björn: „Nóva er alltaf í tengslum við hvítan dverg.“

Pétur: „Lítil sól?“

Björn: „Já. Lítil sól.“

Sigurður: „En súpernóvan?“

Björn: „Súpernóvan er miklu bjartari.“

Oktavía: „Og þær hafa verið stærri sólar?“

Björn: „Já. Sól sem verður nifteindastjarna getur þó ekki verið meira en þrír sólmassar. Hinar ættu að verða svarthol, svo framarlega sem lögmál Einsteins eru gild.“

Hanna: „Hvað er nifteindastjarna?“

Björn: „Sól verður nifteindastjarna þegar öll atóm hennar eru horfin og nifteindirnar einar eftir. Þær leggjast þétt saman og efnið verður eins þétt og það getur orðið.“

Pétur: „Ef sólin okkar yrði nifteindastjarna, – hvað yrði hún þá stór?“

Björn: „Mjög, mjög lítil. Aðeins um tuttugu kílómetrar í þvermál.“

Séra Ögmundur: „Svo að allt ber að sama brunni: „Sól tér sortna, sígur fold í mar o.s.frv.““

Pétur: „Ég hélt að jörðin færist fremur í eldi þegar sólin verður nóva.“

Björn: „Já. Sumir halda það.“

Hanna: „Og þegar sólin deyr, deyr sólkerfið með henni, eða hvað?“

Pétur: „Já. Hvernig ætti það öðruvísi að vera?“

Séra Ögmundur: „Og þetta eru endanleg örlög?“

Stefán: „Nei. Engan veginn.“

Pétur: „Það er þín trú.“

Björn: „Örlög sólarinnar verða að sjálfsögðu að lokum þau sömu og örlög alheimsins.“

Oktavía: „Og við vorum búin að komast að þeirri niðurstöðu að alheimurinn endurfæddist?“

Sigurður: „Með nýrri stórusprengju.“

Pétur: „Eða þannig að alheimur sem hyrfi við lok tímans inn í svartholið kæmi í upphafi nýs tíma fram í gegnum nýtt hlið sem við kölluðum hvíthol.“

Tryggvi: „En það er, hvað sólina varðar, óbreytt ástand næstu fimm þúsund milljón árin?“

Sigurður: „Já. Ef maðurinn lifir allan þann tíma þá verður saga hans orðin þúsund sinnum lengri en hún er nú.“

Steinunn: „Þetta er umhugsunarefni. Ef við lítum á hinn frumstæðasta mann, eins og hann var fyrir fimm milljón árum, og berum hann saman við manninn í dag þá er breytingin orðin svo mikil að hann er varla þekkjanlegur sem sama tegund.“

Pétur: „En hvernig verður þá maðurinn þegar búið er að margfalda þessar breytingar með þúsund?“

Sigurður: „Algerlega óþekkjanlegur.“

Oktavía: „Já. Ekki síst ef reiknað er með því að breytingar verða ekki jafnt og þétt, heldur með síauknum hraða.“

Steinunn: „Já. Það er mjög erfitt að vita hvert þróun hans leiðir.“

Pétur: „Kannski eiga menn eftir að verða stjórnendur á þessum milljónum nýrra stjarna sem eru að fæðast í vetrarbrautinni?“

Séra Ögmundur: „Ég held, mín elskanlegu, að við ættum að hætta þessum bollaleggingum, – og reyna heldur að einbeita okkur að því að lifa fram yfir næstu aldamót. Það gerum við ekki nema að tryggja frið.“

Stefán: „Það er rétt. Við eigum enga framtíð nema við lærum að lifa eins og menn á þessari jörð.“

Sigurður: „Ég trúí því að þessi nýja heimsmynd geti hjálpað mönnum til þess.“

Stefán: „Ég efast um að nokkuð geti hjálpað þessu valdafólki sem stjórnar heiminum.“

Oktavía: „Mér finnst að þessi fræði breyti hugsunarhætti mínum, – og hvers vegna þá ekki annarra manna sem þeim kynnast?“

Pétur: „Breyti hugsunarhætti? Hvernig þá?“

Oktavía: „Hvernig? – Ég veit það ekki vel. En ég held að þegar menn fara að gera sér ljóst hvað hnöttur okkar er agnarsmár í þessum stóra heimi, – þá hljóta menn að fara að skilja að mannkynið verður að sameinast til þess að glatast ekki. Í stað allra þessara frumstæðu, fjandsamlegu þjóða sem eyða orku sinni í vígbúnað og gjöreyðingarvopn hlýtur að koma nýtt mannkyn sem sameinast. Það eru stór verkefni sem þarf að leysa og aðeins sameinað en þó frjálst mannkyn getur gert það sem gera þarf.“

VIII

Hvað er svarthol?

Sigurður: „Við höfum talað allmikið um svarthol og hvernig mismunandi sólrir slokkna. Samt langar mig til að biðja um skýrt og greinilegt yfirlit yfir hvernig þetta svarthol verður til.“

Oktavía: „Við erum þegar búin að ræða um þetta.“

Hanna: „Ég vil líka biðja um upprifjun og skýrari mynd af þessum hrikalegu endalokum.“

Pétur: „Já. Það mætti fara betur í þetta. Og fá það skýrt fram hvað af þessu eru staðreyndir og hvað ekki.“

Tryggvi: „Rétt. Í umræðum um heimsmynd okkar tíma finnst mér ekki koma nógu skýrt fram hvað er raunverulegur heimur og hvað er aðeins getgáta eða óraunverulegur hugmyndaheimur.“

Stefán: „Hvað áttu við með raunverulegur heimur?“

Tryggvi: „Ég á við staðreyndir. Heiminn sem við lifum í: Epli, gras, stjörnur og já, jafnvel svarthol.“

Séra Ögmundur: „Alltaf sami misskilningurinn, – að halda að epli, kálhaus og svarthol sé raunveruleiki en vitund, draumur og hugmynd sé ekki veruleiki. Það er ekkert til sem er meiri veruleiki en vitund. Og hugmynd stjórnar efninu en ekki öfugt.“

Pétur: „Þetta er rangt. Efnið, hlutveruleikinn, það sem við sjáum og þreifum á, kemur vitund, hugmyndum og draumum ekkert við.“

Oktavía: „Á þetta að teljast vísindaleg afstaða?“

Pétur: „Já. Við vorum líka búin að samþykkja að halda okkur eingöngu við mælanlegan veruleika.“

Baldur: „Þetta er alls ekki nein vísindaleg afstaða. Þvert á móti. Skammtakenningin og afstæðiskenningin, tvær helstu vísindakenningar okkar tíma, eru alls ekki í samræmi við þá staðhæfingu að heiminurinn sé óháður huganum eða vitund.“

Björn: „Eru vísindi ekki fyrst og fremst það að reyna að sætta og samræma þessa tvo heima, sýna fram á réttmæti hugmyndar með mælanlegum staðreyndum?“

Sigurður: „Er það þannig sem svartholið kemst inn í heimsmyndina?“

Björn: „Já. Það er rétt. Það mætti segja það.“

Pétur: „Ég hélt að svarthol væri ein af staðreyndum heimsmyndarinnar.“

Hanna: „Já. Hvernig er hægt að finna svarthol?“

Björn: „Það hefur engum tekist að finna svarthol.“

Pétur: „Þá er það engin staðreynd?“

Baldur: „Það er næstum því staðreynd.“

Pétur: „Næstum því staðreynd. Annað hvort er það staðreynd eða ekki.“

Björn: „Það er af flestum talið vera staðreynd vegna þess að líkurnar fyrir tilveru þess eru mjög sterkar og sannfærandi.“

Hanna: „Hvað er svarthol?“

Björn: „Svarthol nefnist fyrirbæri þar sem efnismassi hefur svo mikið aðdráttarafl að ekkert kemst í burtu frá honum.“

Tryggvi: „Það sendir þó frá sér röntgengeisla.“

Oktavía: „En ekki einu sinni ljósið kemst frá því?“

Björn: „Nei. Ekki einu sinni ljósið.“

Pétur: „Og það er þess vegna sem menn kalla það svarthol?“

Baldur: „Já. Sennilega. Sumir segja reyndar að stjörnufræðingarnir sem fyrstir uppgötvuðu þetta fyrirbæri hafi kallað það svo vísindalegu nafni að enginn hafi viljað hlusta á hvað þeir voru að segja um þetta merkilega fyrirbæri. Þess vegna hafi þeir tekið það ráð að kalla það þessu ógnvekjandi nafni til að fá menn til að sperra eyrun.“

Sigurður: „En það kemst aldrei neitt burtu frá þessu svartholi?“

Björn: „Alls ekkert.“

Hanna: „En hvernig myndast svarthol, – ef það þá er til?“

Björn: „Menn halda að það myndist þegar aðdráttarafl stjörnu verður svo mikið að hún hrynur saman.“

Pétur: „Hrynur saman, – hvernig?“

Björn: „Efnið fellur í sjálft sig og þéttist gífurlega mikið.“

Hanna: „Og slíkar sólstjörnur dragast þá saman?“

Björn: „Já. Þær dragast saman. Og ef kjarni þeirra er nægjanlega efnismikill halda þær áfram að brotna niður.“

Sigurður: „Hvernig þá, brotna niður?“

Björn: „Yfirborð þeirra fellur að miðju þar til þær eru orðnar mjög litlar. En í efninu sem hringsnýst í kringum þær er svo mikið aðdráttarafl að hver ljósgeisli sem reynir að brjótast frá því verður að snúa aftur til þessa efnis.“

Hanna: „Er það á þennan hátt sem sólar slokkna eða deyja?“

Björn: „Það getur gerst, eins og við höfum áður talað um, á þrjá vegu, eftir því hvað sólin er stór eða efnismikil. Sól getur slokknað og breyst í hvítan dverg, hún getur slokknað og breyst í nifteindastjörnu. Og loks, ef efnismassinn er nógu mikill, getur hún breyst í svarthol.“

Oktavía: „Hver er ástæðan til þess að sól deyr eða slokknar?“

Björn: „Sól deyr þegar kjarni hennar hættir að gefa frá sér nægan hita til að þrýstingur hans geti staðið á móti þunga yfirborðsins eða ytri efnislögun hennar.“

Hanna: „Hvað er hvítur dvergur?“

Björn: „Eins og ég sagði: Sól sem hefur hrunið saman. Efnismagn hennar er einn til einn og hálfur sólarmassi, en hvítir dvergar eru svo litlir að þvermál þeirra er einn hundraðasti af þvernáli okkar sólar. Og efni þeirra er svo þétt að atómin fara úr skorðum, rafeindirnar þrýstast að kjarnanum og mynda samfellda heild.“

Sigurður: „Hvað var nifteindastjarna?“

Björn: „Hún verður líka til þegar sól deyr. En með öðrum hætti. Hér er um að ræða stærri sólar en þær sem verða að hvítum

dvergum. Og þær slokkna á annan hátt. Þær springa fyrst og verða svokallaðar nóvur eða súpernóvur.“

Oktavía: „Er þetta algengt? Ég á við, menn hafa raunverulega séð þetta gerast?“

Björn: „Þetta gerist í okkar vetrarbraut á fimmtíu ára fresti, að menn halda. Kepler rannsakaði slíkan atburð árið 1604. Kínverskir stjörnufræðingar gerðu skýrslu um sama fyrirbæri árið 1054.“

Sigurður: „Og nifteindastjarna verður til úr slíkri súpernóvu?“

Þorsteinn: „Já. Nóvu eða súpernóvu. Efnið verður miklu þéttara en í hvítum dverg. Slíkar stjörnur eru aðeins 10 km í þvermál en efnispéttleiki er 10^{15} það er að segja aðeins nifteindir atómkjarnans eru eftir og liggja þétt saman. Annað nafn á þessum stjörnum eru púlsar eða tífstjörnur.“

Pétur: „Já. Mér skilst að þá sé um þetta þrennt að ræða þegar sól slokknar. Hún verður hvítur dvergur. Hún verður nóva eða súpernóva sem breytist í nifteindastjörnu, öðru nafni tífstjörnu. Og það þriðja sem getur gerst við endalok sólar er að hún breytist í svarthol.“

Sigurður: „Man ég það rétt, að aðeins mjög stórar og efnismiklar sólar geti breyst í svarthol?“

Björn: „Já. Það er rétt skilið.“

Stefán: „En ég skil ekki enn hvers vegna menn tala um svarthol eins og sjálfsagðan hlut. Eins og vísindalega staðreynd, – og samt er það viðurkennt að enginn hefur með neinum tækjum getað séð svarthol.“

Björn: „Við verðum að skilja að það sem aðallega einkennir svarthol er að það er einangrað frá öllum umheimi. Algjörlega einangrað.“

Baldur: „Ég stend aftur á móti í þeirri trú að nýstjörnufræðin hafi með mælingum sínum fundið svarthol. Er það ekki rétt?“

Björn: „Svarið getur bæði verið nei og já. Sjáið þið til. Fyrirbærið sem menn hafa greint er ekki svartholið sjálft, heldur það efni sem liggur rétt fyrir utan það.“

Tryggvi: „Er það þetta efni sem á að vera á leið inn í svartholið?“

Björn: „Já. við sjáum aðeins efnið sem er að falla inn í svartholið.“

Pétur: „Ívers vegna erum við að fara í kringum þetta eins og köttur í kringum heitan graut? Ef svartholið er til þá hljóta menn að hafa fundið stjörnu, slokknaða sól, sem þeir geta sannað að er svarthol.“

Oktavía: „Er slík stjarna til?“

Björn: „Já. Raunar er hún til.“

Sigurður: „Hvaða stjarna er það?“

Þorsteinn: „Hún er nefnd Cygnus X-I.“

Pétur: „Cygnus X-I?“

Björn: „Já.“

Hanna: „Og engin önnur?“

Björn: „Ekki sem menn eru nógu sammála um.“

Pétur: „Svo þessi Cygnus X-I er fyrsta og ef til vill eina svartholið sem menn telja sig hafa fundið?“

Björn: „Já. Sagan byrjaði árið 1965 þegar það fyrst var uppgötvað.“

Oktavía: „Þetta svarthol er í okkar vetrarbraut? – Er það ekki?“

Björn: „Jú. Þetta var ein af fyrstu stjörnunum sem menn tóku eftir að sendir frá sér röntgengeisla, en menn gátu ekki staðsett hana mjög nákvæmlega.“

Hanna: „Og hún sást ekki í sjónaukum?“

Þorsteinn: „Nei, það komu margar stjórnur til greina og erfitt að rannsaka þær allar til að leita að svona afbrigðilegu fyrirbæri. Það var ekki einu sinni víst að hægt væri að sjá hana því að sumar stjórnur sem senda frá sér röntgengeisla er ekki hægt að finna í sjónaukum.“

Pétur: „En hvernig gátu menn þá fundið hana?“

Björn: „Það gerðist í byrjun áttunda áratugarins þegar menn komust að því að stjarna sem sendi frá sér útvarpsgeisla var á svipuðum slóðum.“

Oktavía: „Var þetta þá sama stjarnan?“

Björn: „Það var svo að sjá. En það sem mestu máli skipti var að útvarpsgeislana var hægt að staðsetja nákvæmlega. Og það kom

í ljós að þessi stjarna sem sendi frá sér röntgengeislana var á sama stað og björt sól, sem var þrjátíu sinnum stærri en okkar sól.“

Pétur: „Bíddu við. Það var þessi stóra, bjarta sól sem sendi frá sér útvarpsgeislana?“

Björn: „Já.“

Þorsteinn: „Og þessar tvær stjörnur voru tengdar saman?“

Björn: „Já. Þær reyndust vera tvísól.“

Pétur: „Og tilvera Cygnus X-I var sönnuð?“

Björn: „Já.“

Sigríður: „Hvernig geta menn fengið vitneskju um slíkar sólar?“

Björn: „Litsjáin veitir miklar upplýsingar um stjörnu. Það er hægt að sjá hvað hún er stór, hvaða hitastig hún hefur, hvort hún er tvísól og svo framvegis.“

Sigríður: „En hvernig gátu menn fullyrt að fylgihnöttur þessarar sólar væri svarthol?“

Björn: „Menn sáu með mælingum að mjög sterkt aðdráttarafl frá þessari ósýnilegu stjörnu hafði áhrif á gang sólar sem er með þrjátíu sinnum meira efnismagn en okkar sól.“

Sigurður: „Ekki getur það verið nægileg sönnun?“

Björn: „Nei. En árið 1972 var hún rannsökuð af mörgum stjörnufræðingum og niðurstaða þeirra var sú að stóra sólin hefði aflagast, væri eins og dropi í laginu vegna hins mikla aðdráttarafls fylgistjörnunnar. Þeir komust að því að svartholið sogaði til sín ystu lög stórsólarinnar og þetta efni er eins og hvirfilský utan um svartholið. Þetta efni er mjög þétt og sendir frá sér röntgengeislana, sem menn fundu í upphafi.“

Tryggvi: „En nifteindastjörnur senda líka frá sér röntgengeisla. Hvernig geta menn þá vitað að Cygnus X-I sé ekki nifteindastjarna? Hvers vegna þarf hún endilega að vera svarthol?“

Pétur: „Já. Hvort er hún þá heldur, nifteindastjarna eða svarthol?“

Björn: „Því er einfalt að svara. Engin nifteindastjarna hefur meira en þrefaldan efnismassa okkar sólar.“

Hanna: „Og Cygnus X-I hefur meiri efnismassa en sem því nemur?“

Þorsteinn: „Já. Menn telja að það sé öruggt. Menn eru samnála um að efnismagn hennar sé svo mikið að hún hljóti að vera svarthol.“

Sigurður: „En það er ekki hægt að mæla það, sem menn hafa ekki fundið.“

Björn: „Jú. Það er hægt, óbeint. Það er sérstök tækni sem menn nota til að mæla efnismagn tvísólna. Stórsólin er eins og ég sagði með þrjátíu sinnum meira efnismagn en sólin okkar. Það þýðir að fylgisólin getur ekki haft minna en fimmfaldan efnismassa okkar sólar, en þó sennilega áttfaldan. Og fyrst nifteinda-stjörnur geta ekki haft meira en þrefaldan efnismassa okkar sólar þá er ekki um annað að ræða en að Cygnus X-I sé svarthol.“

Pétur: „Svo að það má þá setja svartholið inn í heimsmynd okkar tíma sem eina af staðreyndum vísindalegra rannsókna?“

Björn: „Já. Við komumst varla hjá því.“

Oktavía: „En með þessu er aðeins sýnt fram á að ein sólstjarna hafi hrunið saman og orðið að svartholi.“

Sigurður: „Það er rétt. Hvað sannar eitt fyrirbæri? Er það ekki nokkuð stórt stökk að draga af þessu eina fyrirbæri þá ályktun að alheimurinn hljóti að enda ævi sína sem svarthol?“

Björn: „Þetta er ekkert einangrað fyrirbæri. Ég lít svo á að sú þróun að alheimurinn verði að lokum svarthol sé þegar byrjuð og hún hljóti óhjákvæmilega að halda áfram í þessum lokaða alheimi okkar.“

Hanna: „Lokaða alheimi? Hvað er það?“

Björn: „Alheimur sem þenst út og snýr við nefnist lokaður alheimur. En kenningin um alheim sem þenst út án þess að snúa við er nefnd kenning um opinn alheim.“

Sigurður: „Haltu áfram.“

Björn: „Já. Eins og ég sagði: Í lokuðum alheimi er svarthol ekki einstakt, einangrað fyrirbæri. Það er hluti af þróun sem hlýtur að gerast um allan alheiminn.“

Oktavía: „Jafn örugglega og maðurinn eldist og deyr?“

Björn: „Já. Alveg jafn örugglega og gamall maður hrörnar og deyr.“

Baldur: „Það gefur auga leið að svartholum fer fjölgandi eftir því sem alheimurinn verður eldri.“

Björn: „Já. Hann er að vísu ungur enn og á langt líf fyrir höndum en þau endalok eru óhjákvæmleg að um síðir verði allur alheimurinn eitt svarthol.“

Oktavía: „En þú skilgreindir svarthol sem efnismassa sem engu sleppir frá sér. Er það ekki rétt?“

Björn: „Jú. Það er rétt?“

Oktavía: „En segðu mér þá: Hefur alheimurinn nokkurn tíma sleppt nokkrum hlut frá sér alveg frá upphafi vega? Hefur hann nokkurn tíma sleppt frá sér efni eða geisla?“

Björn: „Nei.“

Pétur: „Nei. Ég hélt það. Annars væri hann tæplega lokaður alheimur.“

Oktavía: „Og þá kem ég að spurningu minni: Má ekki segja að alheimurinn hafi alltaf verið svarthol?“

Björn: „Það mætti ef til vill segja það í vissum skilningi. En auðvitað er svarthol gerólíkt ástand.“

Sigurður: „Segðu okkur annað. Þetta endanlega svarthol, – táknar það þá ekki endalok tímans?“

Björn: „Jú. Svarthol táknar endalok tímans.“

Hanna: „Er þá enginn tími til í Cygnus X-I?“

Björn: „Nei.“

Pétur: „Er þá ástandið í Cygnus X-I sama og það ástand sem ríkir í alheimi við endalok tímans?“

Björn: „Já. Mjög svipað.“

Oktavía: „Það er mjög undarleg tilhugsun, að með því einu að þekkja Cygnus X-I, þá þekkjum við nú tugum árbilljóna fyrirfram það ástand sem á eftir að ríkja þegar alheimurinn líður undir lok og tíminn hættir að vera til.“

Stefán: „Já geri aðrir spendýrsheilar betur!“

Séra Ögmundur: „O, við skulum nú ekki gleyma því að kenningin um svartholið er aðeins rökstudd skoðun.“

Pétur: „En mjög svo sennileg skoðun. Það er mjög ólíklegt að Cygnus X-I sé ekki svarthol.“

Oktavía: „En það sem við teljum okkur vita er hvað gerist í efninu fyrir utan svartholið, í efninu sem er að sogast inn í það. En hvað vitum við hvað gerist í svartholinu sjálfu?“

Sigurður: „Já. Hvað vita menn um það? Hvað er að gerast inni í þessu svartholi?“

Baldur: „Menn halda að það sé bein andstæða þess sem gerist fyrir utan.“

Hanna: „Hvernig þá?“

Baldur: „Fyrir utan er ástandið stöðugt og breytist lítið. Inni í svartholinu ríkir hins vegar hrein ringulreið. Allt efni er þar að brotna niður.“

Oktavía: „Kannski eins og fæða sem er að meltast?“

Baldur: „Ég veit það ekki. En allt efni er þar að brotna niður. Efnið fellur inn í sjálft sig. Óreiðan verður meiri og meiri þar til allt blandast öllu.“

Hanna: „Eins og fæðan í maganum.“

Pétur: „Við skulum sleppa svona samlíkingum.“

Sigurður: „Já. Endilega.“

Oktavía: „En er þetta ástand þá ekki svipað og ástandið sem var upphaflega í eldhnettinum sem alheimurinn kom frá eftir stórusprengju?“

Baldur: „Ef til vill.“

Pétur: „Þú segir að þetta séu endalok tímans. En hvað með rúmið?“

Björn: „Í svartholinu verður allt efni og öll rúmfræði að tröllauknum óskapnaði.“

Hanna: „En ekkert af þessu er hægt að kanna.“

Pétur: „Hvers vegna ekki? Auðvitað er það hægt. Við vitum nógu mikið um hegðun efnisins til að geta sagt þetta fyrir.“

Sigríður: „En hver hefur áhuga á þessu? Ekkert okkar á eftir að detta niður í þetta svarthol eða hvað?“

Björn: „Nei. Vonandi ekki!“

Stefán: „Já. Það ætla ég líka að vona.“

Björn: „Nei. En ef Einstein hefur rétt fyrir sér þá erum við öll í lokuðum heimi, lokuðum alheimi sem engu sleppir frá sér.“

Séra Ögmundur: „Jæja. Gott fólk. Svo niðurstaða ykkar er þá þessi: Í upphafi var ekkert. Samt var stórasprengja. Þá fæddist alheimurinn. Hann lifir í 60 billjón ár. Síðan deyr hann. Lík hans kallast svarthol. Jarðaður í gleymdu stað því tíminn er þá ekki lengur til.“

Pétur: „Ég verð að mótmæla þessu kröftuglega. Þetta er ekki heimsmynd okkar tína. Það er hreinlega engin vitglóra í upphafi og niðurlagi þessarar heimsmyndar. Hvaða vit er í að segja: Fyrir stórusprengju. Ekkert. Þetta er engu betra en grín Snorra Sturlusonar um jötuninn og kúna, og hvaða vit er í að segja: Eftir svartholið. Ekkert. Ríkir þar nokkur kyrrstaða? Er ekki þvert á móti heilmikið að gerast þarna? Og það mætti spyrja: Var ekki eldhnötturinn sem varð að stórusprengju og alheimurinn myndaðist úr með öllu sínu lífi og óendanlegum margbreytileika, – var hann ekki þessi upphaflegi eldhnöttur, alveg jafn steindauður og fjandsamlegur lífi og tilveru eins og þetta svokallaða svarthol? Upphafið og niðurlagið stenst hreinlega ekki. Það gerir heimsmynd okkar að tómri vitleysu.“

Stefán: „Já. Ég er hræddur um að við verðum að breyta því.“

Baldur: „Það er ekki heldur nema lítill hópur manna sem kemst að þessari niðurstöðu.“

Björn: „Er ekki best að hafa spurningarmerki við upphaf og endi heimsmyndarinnar? Hver getur fullyrt um slíka hluti.“

Oktavía: „Við verðum að minnsta kosti að gefa einhverja skýringu á því hvað var á undan heimsegginu, – hinum upphaflega eldhnetti.“

Sigurður: „Er ekki vel hugsanlegt að efnið í þennan eldhnött sé einmitt svarthol annars og eldri alheims?“

Pétur: „Já. Hvers vegna getur efnið í þessu alheims svartholi ekki þróast þannig að úr því verði ný stórasprengja?“

Oktavía: „Og þar með höfum við lokað hringnum.“

Hanna: „En hvers vegna svarthol?“

Stefán: „Það er kannski alger nauðsyn. Ekkert líf getur endurnýjað sig án dauðans. Dauðinn er hin mikla uppfynding lífsins til að geta haldið áfram síungt og brotið af sér öll bönd og vana-skorður. – Byrjað allt að nýju.“

Oktavía: „Dauði og endurfæðing. – Hvað segir þú um þetta?“

Björn: „Þú spyrð um fleira en ég veit.“

Baldur: „Það er hugsanlegt að það vanti nýja vídd í heimsmyndina. Ég er einn þeirra sem álíta að alheimurinn sogist að lokum allur inn í svartholið. En þar umskapast allt efni. Allt verður allt. Og í fyllingu tímans sogast allt efni niður um trektina inn í nýtt ástand þar sem allt verður eitt. Og allur alheimurinn kemur að nýju út um *Hvítholið*. Heimurinn fæðist að nýju. Á öðrum stað. Við upphaf nýs tíma.“

IX

Hvað er ljós?

Pétur: „Hvað er ljós?“

Baldur: „Já. Hvað er ljós? – Veistu að Galíleó sagði einu sinni að hann vildi þola margra ára fangelsisvist til að fá svar við þeirri spurningu?“

Björn: „Og nú getur hver sem er fengið þetta svar fyrirhafnarlítið.“

Þorsteinn: „Og sumir vilja ekki einu sinni hlusta á það.“

Oktavía: „Við viljum hlusta.“

Steinunn: „O. Ætli það sé ekki eins með þetta og önnur vísindaleg svör við spurningum sem byrja á hvað er? Þau svara ekki spurningunni. Þau breyta henni í aðra spurningu. Þau segja okkur ekki hvað ljós er heldur aðeins hvernig það birtist.“

Pétur: „Er það ekki það sama?“

Steinunn: „Nei, því fer víðsfjarri að það sé það sama.“

Pétur: „Ævinlega skulu svona umræður lenda í sama farvegi. Hafa menn ekki ennþá skilið að við verðum að halda okkur við mælanlegar staðreyndir, – eingöngu.“

Þorsteinn: „Já. Og draga ekki fleiri ályktanir af staðreyndum en þær gefa tilefni til?“

Oktavía: „En það er uppgjöf.“

Stefán: „Ég er því ekki sammála að við eigum að sleppa mikilvægum spurningum vegna einhverrar uppfyndingar sem menn kalla vísindalega aðferð.“

Séra Ögmundur: „Og ég er öldungis ósammála því að ekki sé hægt

að veiða neinn sannleika nema í þetta tiltölulega frumstæða net, sem menn kalla vísindalega aðferð.“

Hanna: „Enhöfum við ekki svar við spurningunni: Hvað er ljós?“

Steinunn: „Nei. Aðeins svör við spurningu um hvernig við skynjum ljós með skilningarvitum okkar, – og tækjum okkar.“

Sigurður: „Við vitum hvernig ljós hegðar sér.“

Björn: „Já.“

Pétur: „Var það ekki einmitt það sem Galíleó vildi fá að vita? – Og sitja mörg ár í fangelsi til að fá að vita það?“

Baldur: „Jú. Hann leitaði auðvitað eftir hinu vísindalega svari.“

Oktavía: „Og við höfum nú það svar?“

Björn: „Já.“

Pétur: „Hvernig væri þá að hætta öllum þessum málalengingum og snúa sér að efninu?“

Sigurður: „En veit ekki hvert mannsbarn allt sem við þurfum að vita um ljós: Ljós er birta og ylur. Ljósið kemur frá sólinni, tungli og stjörnunum.“

Oktavía: „Frá perunni hérna.“

Pétur: „Og kyndli, lampa og kolum. Er þetta ekki nóg?“

Baldur: „Já, já. Þetta veit hvert þriggja ára barn.“

Þorsteinn: „Og allt mannkynið vissi ekki meira í ármilljónir. Það eru ekki meira en fjögur hundruð ár síðan Galíleó sá fyrst meira en við sjáum með berum augum.“

Björn: „Og aðeins hundruð ár frá því Hertz sýndi mönnum fram á að til væru útvarpsbylgjur.“

Baldur: „Nú. Og Röntgen fann upp röntgengeisla 1895. Og gammageislar voru uppgötvaðir 1890. Er það ekki rétt?“

Björn: „Jú. Allt sem við vitum um ljósið er tiltölulega ný þekking.“

Pétur: „Sem sagt ný fræðigrein.“

Baldur: „Meira en það. Rannsóknir okkar á ljósi eru ekki ein fræðigrein heldur margar.“

Hanna: „Hvers vegna eru þessi fræði um ljósið svona mikilvæg?“

Björn: „Þau eru svona mikilvæg vegna þeirrar staðreyndar að öll

þekking okkar á alheiminum byggist á því sem við vitum um ljósið.“

Sigurður: „Hvorki meira né minna.“

Björn: „Hvorki meira né minna. Ljósið er uppspretta allrar þekkingar.“

Stefán: „En hvað er það þá sem við getum vitað um ljós umfram forfeður okkar í milljónir ára?“

Björn: „Heilmikið. Allt sem við vitum um alheiminn byggist á athugun á ljósi.“

Stefán: „Þú hefur sagt það áður.“

Hanna: „Á ljósi frá stjörnunum?“

Björn: „Já. Ljós frá stjörnunum er blanda af öllum bylgjulengdum og tíðni.“

Sigurður: „Þú átt við litrófið?“

Björn: „Já. Litrófið nær yfir svæðið frá fjólubláa litnum sem er á stuttbylgjum og að rauða ljósinu sem er á langbylgjum.“

Oktavía: „Hvernig ná menn þessu litrófi?“

Björn: „Með áhaldi sem nefnist litsjá. Það er langt síðan Isaac Newton sýndi fram á litrófið í sólarljósinu. Það var árið 1665.“

Pétur: „En sýnilegt ljós er aðeins ein tegund geisla.“

Björn: „Já. Hvert einasta atóm er orkustöð sem tekur á móti eða sendir frá sér sína sérstöku tíðni.“

Sigurður: „Og þess vegna er í litsjánni hægt að greina efnasamsetningu fjarlægra sólstjarna?“

Björn: „Já. Hvaða efni sem er. Bæði efni í jörðu og efni úti í geimnum.“

Oktavía: „Og gefur litsjáin kannski fleiri upplýsingar?“

Þorsteinn: „Já. Hún gerir það. Það má sjá í henni hvort stjarna er að fjarlægjast eða nálgast og með hvaða hraða.“

Sigurður: „Og allar meiriháttar fjarlægðir eru mældar með ljósi?“

Þorsteinn: „Já.“

Hanna: „En hvers vegna eru allar vegalengdir í stjörnufræði mældar með ljóshraða?“

Þorsteinn: „Það er vegna þess að ekkert efni getur farið hraðar en ljósið.“

Oktavía: „Er það líka notað þegar um mjög litlar vegalengdir er að ræða, eins og til dæmis héðan og til tunglsins?“

Þorsteinn: „Já. Við segjum að sú vegalengd sé 1.25 ljóssekúnda. Það er sá tíni sem það tekur ljósið að fara frá tunglinu til jarðar.“

Tryggvi: „Og næsta sólstjarna er 4.4 ljósár í burtu?“

Þorsteinn: „Já. Og vegalengdin til Rigel, sem er sjötta nálægasta sólin, er 540 ljósár.“

Sigurður: „Svo að geimferðir jafnvel til næstu nágranna er töluvert fyrirtæki.“

Oktavía: „Sumir trúa að geimfarar hafi komið frá Síríusi. Hvað er langt þangað?“

Þorsteinn: „8,63 ljósár. Síríus er næst næsta sólstjarnan. Alpha Centauri er næst okkur.“

Stefán: „Svo að við verðum að gera það ómögulega, að fara hraðar en ljósið, ef við eigum að komast til stjarnanna.“

Hanna: „Hvers vegna er ekki hægt að fara hraðar en ljósið?“

Björn: „Albert Einstein sannaði það árið 1905 með afstæðiskenningu sinni.“

Séra Ögmundur: „En Newton segir í lögmálum sínum um hreyfingu að það sé alltaf hægt að láta hlut fara hraðar, hversu hratt sem hann fer, – það þarf aðeins að ýta betur við honum með meiri orku.“

Balður: „Newton hefur rangt fyrir sér.“

Oktavía: „En þetta virðist skynsamleg kenning hjá Newton.“

Þorsteinn: „Skynsamleg, – en röng, – þegar um mjög mikinn hraða er að ræða.“

Oktavía: „Hvers vegna? Hvers vegna skyldi ný orka sem ýtti við hlut á mikilli hreyfingu ekki fá hann til að fara enn hraðar?“

Björn: „Þegar vissum hraða er náð eykur slík orka aðeins efni hlutarins. Og ef ýta á við einhverju sem nálgast ljóshraða með nýrri orku eykur sú orka aðeins massann en ekki hraðann.“

Pétur: „Hefur þetta verið staðfest með mælingum?“

Björn: „Já. Þessi kenning Einsteins hefur sannast og þar með fellt annað lögmál Newtons um hreyfingu.“

Oktavía: „Svo það er ekki nokkur leið að komast til næstu stjörnu, Alpha Centauri, á minna en 4.4 árun?“

Baldur: „Engin þekkt leið.“

Þorsteinn: „Og ef við ætluðum að fara á geimskipi með ljóshraða í 4.4 ár þá breyttist bæði skipið og við í ljós.“

Sigurður: „Svo það er vissum vandkvæðum bundið að komast að næstu stjörnu?“

Baldur: „Það virðist svo, – en þar sem er vilji þar er vegur. Ég er sannfærður um að við leysum þetta mál að lokum og komumst til stjarnanna með einhverju móti.“

Sigurður: „Er það alveg öruggt að ekki sé hægt að brjóta ljósmúrinn?“

Oktavía: „Menn gera það auðveldlega í vísindaskáldsögum.“

Pétur: „Það sannar ekki mikið eða hvað?“

Stefán: „Ég veit ekki. Hingað til hafa menn eiginlega ekki sett neitt fram í ævintýrum sem ekki verður veruleiki, alveg sama hvað mönnum þótti það ólíklegt fyrst þegar ævintýrið var sagt.“

Baldur: „Og menn hafa sett fram kenningar um meiri hraða en ljóshraða.“

Hanna: „Það gæti til dæmis verið til annað efni, sem við þekkjum ekki.“

Sigurður: „Og það gæti farið á allt öðrum og meiri hraða.“

Stefán: „Það eru líka til öfl án efnis, og þau þyrftu ekki að vera háð þessum hraðatakmörkunum.“

Sigurður: „Og hugsanlegt að fara út úr tíma og rúmi og inn í það aftur. Þá tæki það næstum engan tíma að fara hvert sem menn vildu.“

Björn: „Já. Já. Menn geta látið sér detta þetta allt í hug. En eigum við ekki að skipta um umræðuefni? Við vorum nú einu sinni búin að sanþykkja að halda okkur sem mest við mælanlega hluti, – og staðreyndir.“

Tryggvi: „Já. En er það ekki staðreynd að aukinn hraði hægir á tímanum?“

Baldur: „Og hámarkshraði fær tímann næstum því til að standa kyrran.“

Hanna: „Er þetta staðreynd?“

Björn: „Já. Ein af staðfestum kenningum Einsteins.“

Pétur: „Svo það er allt of snemmt að gefast upp við að komast til stjarnanna.“

Björn: „Ætluðum við ekki að skipta um umræðuefni?“

Þorsteinn: „Jú.“

Oktavía: „Er þá ekki kominn tími til að snúa sér af alvöru að svarinu sem Galíleó vildi fórna frelsi sínu og sitja árum saman í tugthúsi fyrir að fá?“

Sigurður: „Já. Hvað er ljós?“

Oktavía: „Það er kannski fávíslega spurt. Úr hverju er ljósgeislinn?“

Pétur: „Ljósgeislinn. Já. Úr hvaða efni er hann?“

Björn: „Hann er ekki úr efni.“

Pétur: „Ekki úr efni?“

Björn: „Nei. Við höfum talað um það áður. Ljós er ekki efni.“

Þorsteinn: „Og þó.“

Björn: „Nei. Allir geislar bæði sýnilegir og ósýnilegir eru úr fótónum eða ljóseindum.“

Sigurður: „Og hvað er það, nánar tiltekið?“

Björn: „Það eru mismunandi orkuskammtar, eða öðru nafni mismunandi tíðni. Því meiri sem tíðnin er því meiri er orkan.“

Pétur: „Og þá meiri og meiri orka eftir því sem bylgjulengdin verður styttri?“

Björn: „Já.“

Hanna: „Hvaða geislar hafa mesta orku?“

Björn: „Það eru gamma geislarnir. Þeir eru geysilega sterkir og hafa mjög stutta bylgjulengd og háa tíðni.“

Oktavía: „Hvenær komust menn fyrst að því að til væru geislar fyrir utan hið sýnilega ljós?“

Baldur: „Það var snemma á 19. öld. Menn fundu fyrst innrauðu geislana rétt fyrir utan hinn sýnilega rauða geisla í ljósinu. Og skömmu síðar útfjólubláu geislana rétt fyrir utan hinn sýnilega fjólubláa lit í ljósinu.“

Sigurður: „Og næst fundu menn útvarpsbylgjurnar?“

Þorsteinn: „Já. Það er rétt. Þýski eðlisfræðingurinn Rudolf Hertz fann þær 1888.“

Pétur: „Útvarpsbylgjur hafa minnsta orku og eru þær veikustu.“

Björn: „Já. Einmitt þess vegna var auðvelt að senda þær og taka á móti þeim. Og þær fara í gegnum allt sem sýnilegt ljós fer ekki í gegnum.“

Hanna: „Og Marconi sendi þær yfir Atlantshafið 1901.“

Oktavía: „Og þar með hófst útvarpið.“

Pétur: „En hvenær fundu menn þá örbylgjur?“

Þorsteinn: „Karl Jansky uppgötvaði þær fyrstur manna árið 1931. Hann uppgötvaði þá örbylgjur sem bárust utan úr geimnum.“

Hanna: „Og þær eru enn að berast?“

Þorsteinn: „Já. Allar stjörnur vetrarbrautarinnar senda frá sér örbylgjur, sem hægt er að finna.“

Sigurður: „Þetta hlýtur að hafa mikið gildi fyrir allar stjarnfræðilegar rannsóknir.“

Björn: „Já. Mjög mikið. Jafnvel hver einasta sameind sendir frá sér sína sérstöku bylgjulengd, eins og við höfum talað um.“

Oktavía: „Svo þær gætu orðið grundvöllur til að ná einhverju sambandi við aðrar stjörnur.“

Baldur: „Já. Hver veit nema hægt verði einhvern tíma að koma á sambandi við umheiminn.“

Sigríður: „En ljósið sjálf? – Hið sýnilega ljós okkar með allri sinni litadýrð? Hvað er að segja um það?“

Baldur: „Það er aðeins ein tegund á miðju geislabandinu.“

Pétur: „En allar áttundirnar eru rafsegulgeislun.“

Björn: „Já. Öll rafsegulgeislun er úr ljóseindum eða fótónum.“

Hanna: „En hvaðan koma þá þessir geislar? Ekki koma þeir eingöngu frá sólum?“

Björn: „Nei, nei. Þeir koma frá hverjum einasta hlut sem hefur hitastig yfir hinu algera frostmarki eða hinum algera núllpunkti.“

Oktavía: „Hvað sendum við hér við borðið þá frá okkur?“

Björn: „Við sendum frá okkur innrauða geisla á langbylgju.“

Pétur: „Og sólin sendir að sjálfsgöðu frá sér sýnilega ljósgeisla.

En kaldir hlutir: Hvað senda þeir frá sér?“

Björn: „Mjög kaldir hlutir senda frá sér útvarpsbylgjur.“

Sigurður: „En hvað þá um tiltölulega kaldar stjörnur eða mjög heitar sólar?“

Björn: „Kaldar stjörnur senda frá sér innrauðar stuttbylgjur og líka nokkuð af sýnilegu rauðu ljósi. En mjög heitar sólar senda frá sér útfjólubláa geisla, og nægilega mikið af sýnilegu ljósi til að þær sýnast bláhvítar á litinni.“

Hanna: „Og allar þessar mismunandi ljóseindir koma til okkar utan úr geinnum?“

Þorsteinn: „Nei. Það færi illa fyrir okkur ef svo væri. Flestar komast ekki gegnum gufuhvolfið niður á jörðina.“

Sigríður: „En hinir sýnilegu ljósgeislar komast til okkar.“

Björn: „Já.“

Tryggvi: „Er ekki eðlilegast að halda, að þeir hafi mótað mannsaugað? Augað er gert fyrir þá geisla sem aðallega komast niður á jörðina, – en ekki fyrir hina.“

Björn: „Jú. Það er svo að sjá, að augað sé eingöngu fyrir þá.“

Séra Ögmundur: „Hvað sem öðru líður, þá virðist þetta í góðu sanræmi eins og annað í náttúrunni.“

Stefán: „Já. En þetta gerir heimsmynd okkar samt ekki mjög sannfærandi í mínum augum.“

Pétur: „Hvað?“

Stefán: „Augum!“

Pétur: „Vill ekki einhver segja mér um hvað hann er að tala?“

Steinunn: „Hann á við að augun velji úr myndinni aðeins einstök brot hennar.“

Stefán: „Ég á við að allt sem við vitum um alheiminn utan jarðarinnar byggist á þessu eina skilningarviti okkar, – sjóninni.“

Pétur: „Við getum með nýrri tækni mælt margt sem við ekki sjáum.“

Stefán: „En það hefur enga merkingu nema við breytum því sem við mælum í sýnileg tákn – fyrir augað.“

Sigurður: „Er sjónin ekki nóg? Er ekki nóg að sjá hlutina til að þekkja þá?“

Stefán: „Ég held varla. Líttu bara á eitthvað sem er alveg við nefið á þér. Kaffið í bollanum t.d. Hvað veistu eiginlega um kaffi með því einu að sjá það?“

Pétur: „Ekki langar mig til að smakka á sólinni.“

Oktavía: „Þú hefur nú samt verið að éta hana alla ævi á hverjum degi.“

Hanna: „Hættið þið nú þessu.“

Steinunn: „Ég held nú samt að þetta gæti verið merkilegt unihugsunarefni, – að öll þekking okkar á alheiminum byggist aðeins á einu mjög takmörkuðu mannlegu skilningarviti: – Auganu.“

Sigurður: „Mér finnst það fyrst og fremst sýna mikilvægi augans.“

Steinunn: „Auðvitað. En að hve miklu leyti getum við treyst auganu – sem grundvelli allrar þekkingar? Það hefur komið hér fram að augað er aðeins gert fyrir þá geisla sem komast til jarðarinnar. Það sér ekkert af þeim geislum sem komast ekki gegnum gufuhvolfið. – Gammageisla, röntgengeisla, útfjólu-bláa geisla. Ekkert af þessu.“

Pétur: „En útvarpsstjörnufræðin eða nýja stjörnufræðin bætir úr þessu og gerir þetta allt sýnilegt og mælanlegt.“

Stefán: „Já. En eitt skilningarvit! Þetta er eins og alheimurinn hvíldi á nálaroddi. – Hvað eru stoðirnar traustar undir þessari mannlegu heimsmynd okkar? – Gætum við ekki hugsað okkur verur með mörg slík skilningarvit, – verur sem skynjuðu þess vegna gjörólíkan alheim?“

Pétur: „Er þetta ekki fremur stjörnuheimspeki en stjörnufræði?“

Steinunn: „Heimspeki er æðsti þáttur hverrar fræðigreinar. Og auðvitað líka stjörnufræðinnar. Það verður alltaf nauðsynlegt að skilja og túlka allar upplýsingar.“

Séra Ögmundur: „Já. Það sjá víst engir tveir menn sama hlutinn eins.“

Steinunn: „Nei. Meira að segja hver lífvera skynjar heiminn á sinn sérstaka hátt.“

Stefán: „Sem þýðir að þær milljónir tegunda af lífverum sem búa

- með okkur, – aðeins hér á jörðinni skynja milljónir mjög svo mismunandi heimsmynda.“
- Oktavía:* „Og allar eiga það sameiginlegt með okkur að verasannfærðar um að þeirra heimsmynd sé hin eina rétta.“
- Sigríður:* „Það er þá vonlaust að vita nokkurn hlut með vissu?“
- Pétur:* „Þetta ætti að sýna okkur að það er vonlaust annað en að halda sig við vísindalegar aðferðir. – Og láta alheimsviskuna bíða.“
- Oktavía:* „En hvað erum við að gera? Eigum við ekki einmitt að leita hennar?“
- Sigurður:* „Jú. – En með vísindalegum aðferðum.“
- Oktavía:* „Og þá komum við að sömu spurningu aftur. Hvað er ljós? Ég á við hvert er eðli ljóssins?“
- Hanna:* „Þú sagðir að ljós væri ekki efni.“
- Björn:* „Nei. Ljós er ekki efni. Ljós er orka.“
- Þorsteinn:* „Ljós getur orðið efni.“
- Sigurður:* „Og hvernig birtist sú orka?“
- Björn:* „Ljósið er samsett úr litlum einingum, ljóseiningum, og hver ljóseining er ákveðinn orkuskammtur.“
- Pétur:* „Ákveðinn orkuskammtur. – Eru þeir allir eins eða mismunandi miklir?“
- Björn:* „Þeir eru mismunandi miklir. Ljóseindir bláa ljóssins hafa t.d. meiri orku en ljóseindir rauða ljóssins.“
- Tryggvi:* „Svo að þessir mismunandi orkuskammtar ákveða þá lit ljóssins?“
- Björn:* „Já. Þeir gera það.“
- Sigurður:* „Getur þessi orkumismunur verið mikill?“
- Björn:* „Já. Mjög mikill. Röntgen ljóseind hefur trilljón sinnum meiri orku en útvarpsljóseind á lengstu bylgjum.“
- Oktavía:* „Nú fer ljósið eins og allir vita með meira en 300.000 km hraða á sekúndu. Hvaða orka fær ljóseindirnar til að fara með þessum feiknahraða?“
- Björn:* „Þær eru knúðar áfram af samtengdu rafsviði og segulsviði. Þess vegna eru ljósöldur kallaðar rafsegulöldur.“
- Hanna:* „Gildir þetta um allt ljós, bæði sýnilegt og ósýnilegt?“

Baldur: „Já. Þetta gildir um allt ljósbandið. – Um allar tegundirnar.“

Pétur: „Svo orka þeirra kemur úr samtengdu raf- og segulsviði?“

Björn: „Já. Þessi tvö svið skapa ölduhreyfingu ljóseininganna. Hreyfingin er sú saina en tíðnin fer eftir því hvað orkan er mikil hjá hverri tegund ljóseinda.“

Hanna: „Öldulengd og tíðni. Hvernig á að skilgreina það?“

Björn: „Öldulengd er fjarlægð milli tveggja öldutoppa. En tíðni er öldufjöldinn á hverri sekúndu.“

Hanna: „Og öll geislun er mæld í öldulengdum og tíðni?“

Pétur: „Á hverju byggist sú mæling?“

Björn: „Hún byggist á því að öll geislun, eins og við sögðum, berst í öldum á sama hraða.“

Sigurður: „Allir geislar fara á sama hraða?“

Björn: „Já. Að sjálfsögðu. Þeir fara allir á ljóshraða en öldur þessara geisla eru mjög mismunandi langar.“

Pétur: „Og þá er augljóst að tíðnin verður því meiri sem öldulengdin er minni?“

Baldur: „U, hu. Við getum vel hugsað okkur þessa tíðni sem marga eða fáa öldutoppa á hvern metra.“

Sigurður: „Og þar sem þeir eru flestir eru geislarnir sterkastir og tíðnin mest?“

Björn: „Já. Þetta eru hinir frægu geimgeislar sem nefndir eru gammageislar. Rannsókn á þeim er orðin ný vísindagrein innan stjörnufræðinnar.“

Pétur: „Og hver er tíðnin? Hvað eru öldutopparnir margir á hvern metra?“

Björn: „Þeir eru 10^{15} – 10^{10} .“

Stefán: „Það er eins gott að þeir komast ekki til jarðarinnar.“

Baldur: „Já. Það er eins gott. Þeir mundu útrýma öllu lífi.“

Hanna: „En fyrst þeir komast ekki til jarðarinnar gegnum gufuhvolfið, – hvernig er þá hægt að ná til þeirra til að rannsaka þá?“

Baldur: „Þeir eru rannsakaðir frá gerfitunglum og geimferjum. Það verður að rannsaka þá utan gufuhvolfsins.“

Sigurður: „Og verður að rannsaka fleiri tegundir geislabandsins á þennan hátt?“

Björn: „Já. Röntgengeislarnir komast ekki heldur niður til jarðarinnar. Það verður að rannsaka þá á sama hátt.“

Pétur: „Röntengeislar, þeir eru þeir næst sterkustu, var það ekki?“

Björn: „Jú. Þar eru öldutopparnir, – svo að við höldum okkur við þennan mælikvarða á tíðni þar eru öldutopparnir um . . . Ja, hvað skal segja? Útlínurnar eru aldrei mjög skýrar, – engin hrein landanæri. Ætli við höfum þá ekki 10^{-12} – 10^{-9} eða þúsund billjónir niður í eina billjón á hvern metra.“

Hanna: „Getum við ekki sleppt öllum þessum háu tölum?“

Pétur: „Nei. Þær gera myndina skýrari.“

Oktavía: „Þær eru svolítið þræytandi.“

Pétur: „Áfram. Næst Röntgengeislunum koma svo útfjólubláu geislarnir, – ekki satt?“

Björn: „Jú. Þeir eru næsta áttund. Tíðnin um 10^{-9} – 3×10^{-7} eða ein billjón niður í 3.3 milljónir öldutoppa.“

Sigurður: „Og þessar þrjár tegundir eru fyrir ofan sýnilega ljósið?“

Björn: „Já.“

Pétur: „Jæja. Þá er komið að litrófi sýnilega ljóssins. Þessum glugga sjónarinnar. Hvað er að segja um tíðni þess?“

Björn: „Það er frá 3×10^{-7} – 10^{-6} eða um 3.3 milljónir á metra niður í eina milljón.“

Oktavía: „Sem þýðir að litirnir í ljósgeisla eru á mismunandi bylgjulengdum. Hefur það ekki komið fram hjá okkur áður?“

Björn: „Jú. Hver hinna hreinu grunnlita, rautt, rauðgult, gult, grænt, blátt og fjólublátt hefur sína sérstöku öldulengd.“

Hanna: „Augað greinir þá þessar mismunandi öldulengdir?“

Björn: „Já. En greiningin er ekki alltaf rétt.“

Hanna: „Við hvað áttu með því?“

Björn: „Augað getur túlkað þessar bylgjulengdir með ýmsu móti. Ef auganu berast t.d. ljóseindir af rauðu og grænu samtímis, þá

sýnist okkur liturinn gulur jafnvel þótt engar ljóseiningar á öldulengd gula litarins berist til augans.“

Pétur: „Nú, nú. Næsta tegund fyrir neðan sýnilega ljósið eru þessir innrauðu geislar.“

Björn: „Já. Tíðni þeirra er um milljón til þúsund öldutoppar á metra.“

Sigurður: „Komast þeir til jarðar?“

Björn: „Ekki nema að litlu leyti.“

Hanna: „Hvernig fara menn þá að því að rannsaka þá?“

Björn: „Menn rannsaka þá af háum fjöllum og eins úr flugvélum.“

Oktavía: „En útfjólubláu geislana?“

Björn: „Útfjólubláu geislarnir eru rannsakaðir með tækjum á jörðu niðri.“

Pétur: „Og hvaða geislar eru fyrir neðan innrauðu geislana?“

Björn: „Þeir nefnast örbylgjur. Tíðni þeirra er frá 1000 niður í einn öldutopp á metra.“

Oktavía: „Það er undarlegt að kalla þessa tegund örbylgjur. Allar tegundirnar hér að framan eru með hærri tíðni.“

Baldur: „Já. Það er að vísu rétt. En nafnið stafar af því að þær eru minnstar af útvarpsbylgjunum.“

Pétur: „Og hvar rannsaka menn þessa tegund?“

Björn: „Mest úr flugvélum og loftbelgjum.“

Oktavía: „Jæja, þá fer þetta að styttest.“

Pétur: „Já. Aðeins eftir útvarpsbylgjur, stuttbylgjur og langbylgjur. Og þær þekkja allir mjög vel. Bilið milli toppanna er frá einum sentimetra upp í 100.000 kílómetra.“

Sigurður: „Já. Þetta er undarlegt ferðalag. Þær sem taka þessi risaskref eru nákvæmlega jafnfljótar og þær sem tifa áfram með örstuttum skrefum.“

Pétur: „Já. Auðvitað. Allar rafsegulöldur fara með ljóshraða.“

Stefán: „Mér finnst orðið öldulengd vafasamt orð. Þetta á lítið skylt við öldur á vatni.“

Baldur: „Þetta er alltaf siður okkar. – Að merkja nýtt fyrirbæri með gömlu tákni.“

Oktavía: „Við segjum að ljósið, – ljóseindirnar séu orka. En hvað er orka?“

Baldur: „Orka er ævinlega afl til að framkvæma eitthvað – eða breyta einhverju.“

Pétur: „Hvað framkvæmir orka þá, – eða hverju breytir hún?“

Baldur: „Það fer eftir því hvaða tegund af orku er að verki.“

Sigurður: „Nefndu okkur einhver dæmi.“

Baldur: „Við þurfum ekki langt að leita. Orkan sem lætur þessar ljósaperur hér í stofunniskína er ljósorka. Orkan sem hitar ofnana er hitaorka eða varmaorka. Orkan sem hreyfir hér alla hluti nefnist hreyfiorka.“

Hanna: „Svo að ekkert sem gerist getur gerst án þess að orka sé notuð til þess?“

Steinunn: „Og orkan er aldrei kyrrstæð. Þess vegna hlýtur hún alltaf að vera að breytast úr einni mynd í aðra.“

Pétur: „Já.“

Oktavía: „Svo einn aðalþátturinn í heimsmynd okkar tíma hlýtur þá að vera þetta: Allt breytist. Allt er stöðugt að breytast.“

Björn: „Já. Jafnvel alheimurinn er stöðugt að breyta um eðli, mynd og ástand frá upphafi tímans til endaloka tímans.“

Séra Ögmundur: „Mér er aldrei vel við alhæfingar af þessu tagi.“

Pétur: „Þetta er einföld staðreynd.“

Séra Ögmundur: „Staðreynd. Já. Staðreynd. Staðreynd er ekki alltaf sama og sannleikur.“

Pétur: „Ha, ha. Ekki það?“

Séra Ögmundur: „Nei, drengur minn.“

Stefán: „Ég held að spurningin sé þessi: Stendur ekki orkan sjálf stöðug? – Ég á við sem orka?“

Pétur: „Við hvað áttu með að orka sé stöðug? Hún er sífellt að breytast.“

Stefán: „Ég veit það. En getur orka eyðst?“

Björn: „Nei. Orka getur ekki eyðst. Hún breytist í annað en orkan verður jafn mikil.“

Séra Ögmundur: „Getur orka skapast?“

Björn: „Nei. Hún getur það ekki. Ekkert af því sem gerist eða getur gerst í öllum alheimi getur skapað orku.“

Séra Ögmundur: „Rétt. Alveg hárrétt. Og ekkert af því sem gerist eða getur gerst í öllum alheimi getur heldur eytt orku.“

Balclur: „Nei. Það fer sem sagt ekki milli mála að orka breytist aðeins úr einu formi í annað en hvorki skapast né eyðist.“

Björn: „Við þurfum ekki að eyða svona mörgum orðum í þetta. Þetta er sjálft grundvallarlögmál alheimsins: Orka getur ekki skapast. Orka getur ekki eyðst.“

Stefán: „Þú sagðir að ekkert stæði stöðugt. – En höfum við ekki einmitt hér alheimslegt afl sem stendur stöðugt? Orku sem skapast ekki og byrjar þess vegna ekki að vera til? Orku sem eyðist ekki og hættir þess vegna ekki að vera til?“

Séra Ögmundur: „Og við gætum haldið áfram: Orka er rafsvið og segulsvið. Og þau eru samtengd. Þau tengjast einnig hinum kröftunum. Kraftarnir fjórir eiga sér sameiginlegan grundvöll og eru samtengdir. Það þýðir að þeir eru stöðugur og eilífur grundvöllur.“

Pétur: „Hver segir að orka hafi ekki skapast fyrir stórusprengju? Og að orka eyðist ekki við endalok alheimsins?“

Stefán: „Ef svo væri þá stenst þetta sem hér er kallað grundvallarlögmál alheimsins alls ekki.“

Björn: „Það stenst.“

Séra Ögmundur: „Þá er alveran líka stöðug, – jafnvel þó að þessi alheimur okkar líði allur undir lok.“

Sigurður: „Má ég biðja um að fá að snúa aftur til þess alheims sem við erum núna í. Þar er orkan staðreynd. Fyrsta spurning okkar um öll fyrirbæri er: Hver er orkuuppspretta þess? Og þess vegna spyr ég: – Hvaðan fáum við okkar orku?“

Oktavía: „Okkar orkuuppspretta er auðvitað sólin okkar blessuð sem baðar jörðina geislum sínum og . . .“

Pétur: „Já, já. Við þekkjum framhaldið. En hver er þá orkuuppspretta sólarinnar? Hvaðan fær sólin sína orku?“

Björn: „Hún fær hana frá kjarnasprengingum í miðju sólarinnar. Kjarnorkan breytist í ljósorku.“

Hanna: „Og við notum ljósorkuna, sem breytist á jörðinni í ótal myndir.“

Sigríður: „Hvernig getum við fengið upplýsingar um það sem gerist í sólinni?“

Þorsteinn: „Með litsjá sem tengd er sjónauka og ýmsum öðrum tækjum getum við fengið mjög nákvæmar upplýsingar. Meðal annars um efnasamsetningu sólarinnar.“

Sigurður: „Og hvað sjá menn í litsjánni sem sýnir hvaða efni eru í sólinni?“

Þorsteinn: „Þjóðverji nokkur, Frauhofner að nafni, tók fyrstur manna eftir því að það eru dökkar línur í sólarljósinu. Þessar línur eru nú kenndar við hann og nefnast Frauhofnerlínur.“

Pétur: „Ég er engu nær.“

Þorsteinn: „Leyfðu mér að tala út. Þessar dökku línur í sólarljósinu, þessar Frauhofnerlínur, myndast vegna þess að ákveðin efni í ytri lögum sólarinnar, sem eru tiltölulega köld, drekka í sig ákveðin efni.“

Oktavía: „Og rannsóknir á þessum Frauhofnerlínum veita allar upplýsingar um efnasamsetningu sólarinnar. Og þá annarra sólna?“

Björn: „Já. Þær gera það. Mjög nákvæmlega.“

Hanna: „Það er kannski ekki úr vegi svona í lokin að spyrja um hagnýtari hluti. Öll geislun er orka. En hvernig á að mæla orku?“

Baldur: „Öll geislabeltin frá innrauðu til röntgengeisla eru mæld í einingum sem nefnast Ängström.“

Hanna: „Bíddu við; þessi geislabelti eru þá innrauðir geislar, ljósgeislar, útfjólubláir geislar og röntgengeislar?“

Baldur: „Já.“

Hanna: „Hvað er Ängström?“

Björn: „Það er eining sem svarar til 10^{-8} cm. Ljósgeislar eru 3850–7600 Ängström, útfjólubláir geislar milli 3850–100 og röntgengeislar minna en hundrað.“

Steinunn: „Jæja. Gott fólk. Mér skilst að niðurstaðan af þessu öllu

sé sú að við höfum tvo glugga til að horfa út um og gengum þá getum við skoðað tilveruna í víðara og stærra samhengi.“

Pétur: „Tvo? Aðeins tvo? Við höfum þó finni skilningarvit.“

Stefán: „Já. En í stjörnufræði aðeins eitt.“

Sigurður: „Nú. Og þessir tveir gluggar . . ?“

Steinunn: „Þessir tveir gluggar eru gluggi sjónarinnar eða ljósgeislarnir. Og hinn er útvarpsglugginn sem er töluvert stærri.“

Séra Ögmundur: „En þó báðir heldur þröngir!“

Steinunn: „Þeir eru allt sem við höfum.“

Björn: „Og ekki til að vanmeta því að allt sem við vitum um alheiminn sjáum við gegnum þá.“

Pétur: „Þeir eru áreiðanlega ekki þrengri en Hliðskjálf. Út um þann glugga sá Óðinn yfir heim allan, það er að segja jörðina.“

Sigurður: „Við sjáum líklega töluvert meira gegnum okkar glugga.“

Oktavía: „Og Óðinn sem varð að láta annað auga sitt fyrir visku sína!“

Hanna: „Sleppum nú endanlega öllum goðsögum.“

Stefán: „Ég veit ekki. Frumstæð skynjun hefur oft á sinn frumstæða hátt rétt innsæi inn í hlutina.“

Pétur: „Þú mátt trúa hverju sem þú vilt, mín vegna. A ha hæ! – Mér er farið að leiðast þetta!“

Oktavía: „Þú ert nú líka dæmigerður nútímamaður. Latur, skilningssljór og ofmataður á öllum hlutum. Hér er þér rétt, svo til fyrirhafnarlaust á silfurfati, það sem sjálfur Óðinn vildi láta annað auga sitt fyrir. Já og Galíleó . . .“

Pétur: „Já. Já. Ég veit þetta. Vildi sitja mörg ár í tugthúsi til að hann fengi að vita þetta“

Oktavía: „Já. Og einu viðbrögðin sem þessi vísdómur vekur hjá þér er geispi.“

X

Hvað er efni?

Sigurður: „Við höfum verið látin læra bækur um þróun lífsins og þróun efnisheimsins. En leyfist mér að spyrja: – Hvað er efni?“

Pétur: „Hvað er efni? Ha, ha, ha. Bang! Þetta er efni.“

Oktavía: „Það svarar ekki neinum spurningum að berja í borðið.“

Pétur: „Það er óþarfi að svara svona heimskulegri spurningu. Það vita allir hvað efni er. Við erum efni. Við lifum í efnisheimi. Við þekkjum ekkert annað en efni.“

Séra Ögmundur: „U-hum. Írski heimspekingurinn Georg Berkeley sagði þó, ef ég man rétt, að við værum vitund og hefðum ekki reynslu af öðru en vitund og þekktum ekki annað en hugmyndir – þar á meðal hugmyndir sem við köllum efni.“

Pétur: „Berkeley er asni.“

Steinunn: „Var.“

Pétur: „Já. Var asni.“

Stefán: „Og auðvitað ekkert meira um það að tala.“

Björn: „Nei. Ég er sammála Pétri. Við getum alveg sleppt honum.“

Baldur: „Já. Hvað sem kenningum hans líður er hans viðfangsefni ekki okkar viðfangsefni í þessu samhengi.“

Stefán: „Kannski ekki. Nema óbeint.“

Séra Ögmundur: „U-hum. Það getur verið að við komumst ekki framhjá vandamáli hans í lokin ef við skyggnumst nógu djúpt.“

Baldur: „En okkar spurning er: Hvað er efni, – ekki neitt annað, – skilst mér.“

Pétur: „Auðvitað vita allir hvað efni er.“

Oktavía: „Jæja, – hvað er það? Skilgreindu það.“

Pétur: „Skilgreina það! Við þreifum á efni. Svona.“

Hanna: „Og við sjáum það. Það hefur liti!“

Sigurður: „Við heyrum allt efni gefa frá sér hljóð.“

Pétur: „Við finnum lykt af því.“

Hanna: „Við smökkum á því.“

Pétur: „Hvað viltu meira? Það hefur þyngd. Það er fast, fljótandi eða loftkennt.“

Sigurður: „Það hreyfist.“

Björn: „Það breytist.“

Balclur: „Það hefur ákveðna stærð og lögun.“

Björn: „Hver hlutur á sér ákveðna stund og ákveðinn stað.“

Pétur: „Viltu svo ekki halda fram að þetta sé allt saman einhver óttalegur leyndardómur? Já að efni sé kannski bara alls ekki til?“

Sigurður: „Ég spurði aðeins: Hvað er efni?“

Oktavía: „Og ekkert af þessu svarar spurningunni.“

Pétur: „Ekki það? Eru þetta kannski ekki allt eiginleikar efnisins, – hlutveruleikans?“

Steinunn: „Þetta er svar við því hvernig við upplifum efni. Ekki svar við því hvað efni er.“

Stefán: „Og við sem upplifum þetta svona. Við erum bara ein vitund af milljón vitundum alls konar lífverutegunda sem búum aðeins hér á þessari einu jörð.“

Pétur: „Það er alltaf sama sagan hjá sumu fólki. Reyna að gera jafnvel aleinföldustu hluti svo flókna að enginn skilur þá.“

Hanna: „Við erum aðeins að leita að staðreyndum.“

Pétur: „Staðreyndun! Huh. Hvað eru staðreyndir ef ekki það sem við sjáum og þreifum á, lyktum af, smökkum á og heyrum með okkar eigin eyrum?“

Stefán: „Vertu rólegur. Staðreyndir eru ekki alltaf sama og sannleikur. Flestar vitleysur sem menn trúðu á í fortíðinni, voru hlutir sem menn þóttust sjá og þreifa á, þar á meðal flöt jörð.“

Pétur: „Vitleysa. Menn gátu vel séð á ýmsu að jörðin var ekki flöt.“

Stefári: „Já. Ef menn hefðu skilið það sem þeir sáu. En það er alveg eins með efnið. Það er ekki víst þegar við skoðum efni, að við skiljum það sem við sjáum, – eða höldum að við sjáum.“

Hanna: „Hefur einhver haldið að efni sé ekki til?“

Steinunn: „Ne-ei. Ekki svo ég viti. Ekki beint. En það hafa margir haldið að efni sé annað en venjulegt fólk hefur haldið, að minnsta kosti hér áður fyrr. Og það eru margir sem viðurkenna að þeir viti ekki hvað efni er.“

Pétur: „Já. Auðvitað. Ómenntað fólk.“

Steinunn: „Oh, eitthvert slangur af sæmilega menntuðu fólki líka.“

Pétur: „Eins og hvað?“

Steinunn: „Hvaða menn?“

Pétur: „Já.“

Steinunn: „Til dæmis Plató, sem sagður hefur verið mesti hugsuður allra tíma.“

Pétur: „Plató!, – hvað hefur hann sagt nema tómmt rugl?“

Sigurður: „Hvað sagði Plató um efnið?“

Steinunn: „Jú. Hann sagði að efnið væri til. En hann sagði, að ekkert af því sem við töldum upp áðan væru, djúpt skoðað, eiginleikar efnisins. Hann sagði að efni væri leyndardómur, sem erfitt væri að þekkja.“

Pétur: „Eins og ég sagði. Tómt rugl. Auðvitað er efnið auðþekkjanlegt, – öllum nema einhverjum stórspekingum.“

Oktavía: „Hvers vegna ætti það að vera erfiðara fyrir stórspekinga að þekkja efnið, en fyrir einfeldningana?“

Pétur: „Einfeldningana? Ekki nema það þó. Þeir eru sérvitringar þessir karlar, það er allt og sumt.“

Þorsteinn: „Nú verð ég að berja í borðið. Við erum hér á leið inn í blindgötu. Til að ná árangri í þekkingarleit verða menn að setja reglur og takmörk.“

Séra Ögmundur: „Já. Við erum farin að þekkja það. Mælanlegar staðreyndir.“

Baldur: „Við skulum heldur segja að takmörkin sem við verðum að setja okkur séu þau, að allt sem í heimsmynd okkar er, verður að vera í samræmi við kraftana fjóra.“

Sigríður: „Kraftana fjóra? Við hvað áttu með því?“

Baldur: „Já. Ég á við þessi fjögur orkusvið sem stjórna öllum fyrirbærum vegna þess að þau stjórna öllu sem gerist í efnisögnum innan hvers atóms.“

Sigríður: „Og hver eru þau nánar tiltekið?“

Baldur: „Ef við nefnum þau í þeirri röð sem menn uppgötvuðu þau þá er fyrst að nefna þyngdaraflið, þá rafsegulkraftana. Þar næst sterku kjarnakraftana. Og loks veiku kjarnakraftana.“

Sigríður: „Og þessir kraftar, segir þú, að séu mörkin milli vísinda og ímyndunar?“

Baldur: „Já. Ekkert sem gerst hefur gefur vísindamönnum ástæðu til að halda að reikna þurfi með fleiri öflum en þessum fjórum.“

Séra Ögmundur: „Mér finnst samt það fimmta vanta.“

Baldur: „Hvaða fimmta?“

Séra Ögmundur: „Ég veit það ekki. – Þetta er bara tilfinning. Ég á erfitt með að trúa að þessi fjögur öfl geti útskýrt allt sem gerist í tilverunni. Ég get skilið að þau stjórni öllu í efna- og eðlisfræði. En hvað um mannlega hegðun?“

Stefán: „Já hvað um mannlega hegðun? Gildir þetta um sálarlíf manna?“

Steinunn: „Ég leyfi mér að efast um það.“

Baldur: „Ég átti við að þessi fjögur öfl nægja til að útskýra allt sem gerist. Allar breytingar.“

Sigríður: „Ég leyfi mér að efast um, eins og Steinunn, að þetta skýri sálrænar breytingar og hugarstarfsemi.“

Pétur: „Hugarstarfsemi er afleiðing af hegðun efnisins.“

Sigurður: „Já. Við erum að tala um efni. Ég mælist til að við sönnum tilveru þess. Hefjum skipulagða leit að efninu eins og það er í innsta eðli sínu.“

Pétur: „Leit að efninu? Ég endurtek: Við erum efni! Við lifum í heimi sem er ekkert annað en efni! Allur alheimurinn er efnis-

heimur! Og svo á að fara að leita að efninu! Ef þetta er ekki rugl þá veit ég ekki hvað er rugl.“

Oktavía: „Þetta er ekkert rugl. Við þekkjum ekki efnið. Hugmynd okkar um efnið er ekki efnið eins og það er í raun og veru.“

Stefán: „Samnála. Hugmynd okkar um efnið er ekki efnið. Og ég efast stórlega um að sú hugmynd sem við köllum efni sé til í vitund nokkurrar lífveru nema okkar. – Ég efast um að hugmynd okkar um efnið sé hægt að finna í veruleikanum. Ég efast sem sagt um að hana sé nokkurs staðar að finna nema í okkar eigin höfði.“

Pétur: „Ekki til nema í okkar eigin höfði! Þetta er efni! Æ, æ, æ, æh.“

Oktavía: „Fáviti! Éger búin að segja þér að það sannar ekki neitt að berja eða sparka í borðið.“

Pétur: „Ég er enginn fáviti. Ég er búinn að taka efnafræði 40. Og ég veit alveg hvað ég er að segja.“

Oktavía: „En þú ert íhaldssamur á gamaldags, úreltar hugmyndir sem þarf að gjörbreyta í samræmi við nýja þekkingu.“

Pétur: „Íhaldssamur. Ég er langt frá því að vera íhaldssamur.“

Stefán: „En þú heldur nú samt í trú þína á efnið.“

Pétur: „Já. Þú færð inig aldrei til að trúa því að ég éti hugmyndir eða drekki jöfnur.“

Oktavía: „Hver er nú ruglukollur?“

Hanna: „Nú. Er þá nokkuð annað að gera en að snúa sér að því að finna efnið? Það ætti að vera auðvelt fyrst allt er efni.“

Björn: „Gott og vel. Byrjum þá.“

Sigurður: „Hvar eigum við að byrja?“

Tryggvi: „Já. Hvar er efni að finna? Er það til utan atómsins?“

Björn: „Nei. Alla vega ekki neitt efni sem er ekki í atóminu.“

Hanna: „Nú er efnið þá ekki fundið? Er efnið ekki einfaldlega öll atóm alheimsins samanlögð?“

Oktavía: „En er atómið efni?“

Pétur: „Þú ert sauðþrá. Atómið er skilgreint sem hin smæsta efnisögn.“

Sigurður: „Er þetta rétt?“

Björn: „Hvað?“

Sigurður: „Að atóm sé hin snæsta efnisögn.“

Björn: „Nei, nei. Það hefur enginn haldið síðan 1890. Þá trúðu menn því að atómið væri alþétt efni eins og billjardkúla.“

Séra Ögmundur: „Og menn reistu á þessari fáfræði sinni heila heimsmynd og lífskoðun í trúmálum, stjórnmálum og heimspeki.“

Baldur: „Svona! Enga útúrdúra.“

Séra Ögmundur: „Ég bið forláts.“

Sigurður: „Hvað er þá atómið? Örugglega er þó atómið efni?“

Tryggvi: „Fyrst efnið er ekki utan atómsins þá hlýtur það að vera í atóminu.“

Sigurður: „En ég spyr aftur: Er atómið ekki efni?“

Baldur: „Atómið er eins og allir vita að langmestu leyti tómarúm.“

Sigurður: „Þannig að efnisheimurinn er þá ekki fyrst og fremst efnisheimur, heldur að langmestu leyti tómarúm?“

Hanna: „Já. Fyrst tómið utan atómanna.“

Oktavía: „Síðan tómið innan atómsins.“

Sigríður: „Er þá tilveran að mestu leyti tómarúm?“

Steinunn: „En við erum ekki að leita að tómarúmi, við erum að leita að efni.“

Pétur: „Já. Fáránlegt eins og það er, þá erum við að leita að efni.“

Hanna: „Það skiptir ekki máli þótt atómið sé að mestu leyti tóm. Atómið skiptist í rafeindir og kjarna. Þar er efnið að finna.“

Oktavía: „Er það?“

Pétur: „Já. Auðvitað.“

Baldur: „Í stóru atómi eru kannski um 300 agnir. Það er rétt. En þær eru afar smáar og auðvitað er atómið að langmestu leyti tóm.“

Sigurður: „Nú elektrónurnar, eru þær ekki efni?“

Björn: „Áttu við efni sem eilífðarfyrirbæri, – varanlegt efni?“

Sigurður: „Já. Efni sem er varanlegt.“

Björn: „Nei. Elektrónur e^- og e^+ urðu upphaflega til við árekstur ljóseinda. Ljóseindirnar breyttust í elektrónur.“

Hanna: „Og ljóseindir eru ekki skilgreindar sem efni?“

Björn: „Nei. Ekki nema við vissar aðstæður. Ekkert eilífðarefni.“

Stefán: „Já. Rafeindir koma fram við árekstur ljóseinda. Ljóseindir breytast í rafeindir. Og þannig kemur fram fyrsta efnið.“

Baldur: „Já. Það getur verið að elektrónur séu vafasamt efni vegna eðlis og uppruna.“

Sigurður: „En elektróna er mælanleg stærð? Eða er hún það ekki?“

Björn: „Nei. Ekki elektróna. Stærð hennar hefur aldrei verið mæld. Menn líta svo á að hún sé aðeins stærðfræðilegur punktur.“

Stefán: „Og hún er í eðli sínu geislun.“

Oktavía: „Svo að við finnum ekki efnið sem eilífðarfyrirbæri – þessa margeftirlýstu billjardkúlu í elektrónum?“

Björn: „Nei, – tæplega, sem eilífðarfyrirbæri.“

Pétur: „Auðvitað er efnið að finna í sjálfum atómkjarnanum. Það er hann sem er hin smæsta efnisögn, – grundvöllurinn.“

Björn: „Ne-ei. Ég er hræddur um ekki. Það fór eins fyrir atómkjarnanum og atóminu. Þegar menn fóru að rannsaka hann kom í ljós að hann er líka samsettur.“

Hanna: „Samsettur úr hverju?“

Björn: „Hann er samsettur úr róteindum og nifteindum.“

Sigurður: „Róteind? Og nifteind? Þar verðum við endanlega að finna efnið. Annars finnst það hvergi.“

Pétur: „Ég vissi auðvitað að sjálfur atómkjarninn var ekki smæsta efnisögnin.“

Oktavía: „Auðvitað.“

Pétur: „Það sem ég á við er það að smæsta efniseiningin er nifteindin og róteindin, sem mynda kjarnann. Er þetta ekki augljóst?“

Björn: „Ég veit það ekki, hvort nokkuð í þessu er mjög augljóst. Atómkjarninn er eins og atómið að langmestu leyti tómarúm.“

Hanna: „Ég segi eins og Steinunn. Við erum ekki að leita að tómarúmi. Við erum í leit að efni. Hvor er líklegri til að vera aðalkjarninn í kjarnanum, róteindin eða nifteindin?“

Björn: „Þær eru svipaðar.“

Baldur: „Er það ekki aðallega róteindin? Nifteindin er til að gera kjarnann stöðugri.“

Pétur: „Nú það er þá róteindin. Þá höfum við fundið efnið. Hina endanlegu smæstu efniseiningu. – Efnið sem allt er byggt úr.“

Björn: „Mér þykir fyrir þessu. Gallinn við þessa hugmynd er, að róteindin er nýr, opinn og flókinn heimur, sem orðinn er sérstök vísindagrein.“

Hanna: „Nú. En hvað þá um leitina að efninu?“

Pétur: „Við verðum að finna það innan róteindarinnar!“

Sigurður: „Má ég biðja um upprifjun: Í þessum efnisheimi erum við að leita að raunverulegu efni. Og staðreyndirnar eru þessar: Við leitum ekki að efni utan atómsins. Annað. Atómið er að langmestu leyti tómarúm. Efnið hlýtur, ef það er til, sem enginn þarf að efast um, að vera í atómkjarnanum. Róteind er hundrað þúsund sinnum minni en atómið. Er það ekki rétt?“

Björn: „Jú. Það er rétt.“

Tryggvi: „Já. Og atómkjarninn er samsettur úr nifteindum og róteindum. Hér hlýtur efnið að finnast. En þú segir að róteindin sé nýr opinn heimur. Þá hlýtur að finnast innan hennar hin smæsta efnisögn.“

Oktavía: „Það skyldi maður ætla.“

Pétur: „Ég mótmæli þessu. Þetta er alls ekki sannað mál. Ég hef lesið um það, sem menn kalla lýðræði, – sko lýðræði atómagna sem þýðir að allar efnisagnir í atómi séu jafnupprunalegar.“

Baldur: „Já, þessi kenning er til. En ég held að við verðum að hafna henni, vegna þess að hún stangast á við það sem við vitum um áhrif mikils hita á efnið.“

Pétur: „Og hvernig geta menn rannsakað innri byggingu einhvers sem er hundrað þúsund sinnum minna en atóm?“

Baldur: „Það er löng saga sem byrjar . . .“

Sigurður: „Augnablik. Segðu mér fyrst: Er róteindin ekki

síþéttur efniskjarni, hin smæsta og innsta efnisögn, – þessi grundvöllur sem við erum að leita að?“

Björn: „Nei, nei. Það held ég að komi ekki til greina. Róteindin er ekki síþétt. Hún virðist gerð úr miklu minni ögnun. Sú ögn nefnist kvarkur, eða stratóna eins og hópur vísindamanna í Peking nefnir þær.“

Pétur: „En ég var að spyrja um hvernig menn geti vitað þetta?“

Baldur: „Já. Ég sagði að það væri löng saga sem byrjar í háskólanum í Manchester snemma á þessari öld. Tveir nemendur Ernest Rutherfords, þeir Hans Geiger og Ernest Marsden, sendu geisla af alfa atómögnum.“

Hanna: „Hvað er það?“

Björn: „Það er mjög hraðfara helíumkjarni. Já. Þeir sendu þetta inn í gullþynnu.“

Hanna: „Gullþynnu?“

Björn: „Já.“

Sigurður: „Til hvers voru þeir að þessu?“

Pétur: „Er það ekki auðskilið? Auðvitað til að sjá hvort alfa agnirnar rækjust á gullatómin. Ég á við eitthvað í gullatómunum eða hvort þær kæmst óhindraðar í gegn.“

Hanna: „Já. Ef atóm er að langmestu leyti tómarúm þá hljóta þær að hafa farið í gegn.“

Sigurður: „Nema fyrir tilviljun.“

Baldur: „Já. En líkurnar eru afar litlar á árekstri.“

Sigurður: „Gátu þær ekki farið milli atóma?“

Björn: „Nei, nei. Gullþynnann var auðvitað mörg atóm á þykkt.“

Oktavía: „Jæja. Komust þær í gegn?“

Björn: „Já. Þær gerðu það, – langflestar. En ein af hverjum 20 þúsundum rakst samt á eitthvað svo hastarlega, að hún breytti um stefnu alveg í 90° horn.“

Sigurður: „Og hvað þýddi þetta?“

Baldur: „Rutherford lagði fram skýringuna: Fyrst fjöldi þessara agna komst óhindraður í gegnum mörg atóm þá ályktaði hann að í atóminu hlyti að vera mikið tómarúm. En áreksturinn við fáeinar þessara alfaagna sýndi að einhvers staðar í atóminu

væru örsníðar harðar agnir. Rutherford hafði hér að sjálfsögðu uppgötvað atómkjarnann.“

Björn: „En þetta var fyrir meira en sjötíu árum?“

Baldur: „Já.“

Sigurður: „Og hvað vita menn nú meira um þennan harða kjarna atómsins, róteind og nifteind?“

Björn: „Menn vita núna að þessi svokallaði harði kjarni er að langmestu leyti tómur.“

Oktavía: „Svo að prótónan er engin frumeining?“

Björn: „Nei. Eins og ég sagði, hún er að mestu leyti tómur.“

Pétur: „Ég á mjög erfitt með að trúa þessu.“

Oktavía: „Það verður alltaf erfiðara og erfiðara að finna þennan efniskjarna.“

Stefán: „Vegna þess að hann er ekki til!“

Sigurður: „Auðvitað hlýtur hann að vera til. Við verðum bara að grafa dýpra.“

Oktavía: „Jæja, herrar mínir. Þá hefjum við leitina að efninu að nýju.“

Hanna: „Og hvar á nú að leita?“

Pétur: „Það er þá ekki nema um einn stað að ræða.“

Sigurður: „Við leitum innan prótónanna.“

Tryggvi: „Þetta er að verða skemmtilegt. Það hefur komið fram að prótónan er að mestu tómur og hitt sem ekki er tómur eru litlar, afar litlar, mjög harðar agnir sem hafa verið nefndar kvarkur. Og þú Björn talaðir um hóp vísindamanna í Peking sem líka hefur fundið þær og nefnir þær stratónur.“

Björn: „Já. Þær hafa líka stundum verið nefndar partons.“

Oktavía: „Spurningin um tilveru efnisins er þá augljóslega þessi kvarkur, – eða hvað eigum við að kalla það – hin endanlega smæsta efnisögn sem allt annað byggist á, – sú endanlega margnefnda billjardkúla, sem ekki verður skipt og er eilíf og óforgengileg . . .“

Pétur: „Mér þykir þú vera orðin háfleyg.“

Stefán: „Spurningin er miklu fremur þessi : – Er kvarkur efni?“

Sigurður: „Auðvitað er það efni. Ef kjarni kjarnans er ekki efni, þá er efni hvergi til.“

Stefán: „Það er nákvæmlega það sem ég á við!“

Pétur: „Þetta er orðin þráhyggja. Björn. Blessaður útskýrðu fyrir honum hvers vegna kvarkur er efni.“

Björn: „Það getur satt að segja orðið dálítið erfitt.“

Sigurður: „Hvers vegna erfitt?“

Björn: „Ja. Sjáðu til. Kenningin um kvark eða stratónur er vel stærðfræðilega rökstudd kenning. En eigi að síður kenning. Það hefur enginn maður einangrað kvark eða rannsakað það sem efnisögn í róteind og það er kannski ekki hægt.“

Stefán: „Vegna þess að það er ekki efnisögn?“

Björn: „Við vitum ekki nákvæmlega hvað kvarkur er.“

Hanna: „Er það þá ekki raunverulegt?“

Björn: „Jú. En ekki nema á vissan hátt.“

Tryggvi: „En segið mér annað í sambandi við þetta: Voru róteindir ekki til í upphafi?“

Björn: „Nei. Til þess var hitinn of mikill.“

Sigurður: „En kvarkur, var hann til í upphafi?“

Björn: „Já. Menn halda það.“

Pétur: „Nú. Er það ekki á hreinu að bæði róteind og nifteind urðu til úr kvarki?“

Björn: „Jú. Það er sennilegt.“

Tryggvi: „En fyrst kvarkur var til í upphafi. Hvers vegna finnast þær agnir þá alls ekki nú? Ekki ein einasta?“

Björn: „Það á sér eðlilega skýringu. Mælingar hjá M.I.T. rannsóknastöðinni sýndu að kraftarnir sem halda þeim saman minnka og hverfa þegar þær eru mjög þétt saman eins og þær voru í upphafi – og auðvitað aukast þessir kraftar þegar bilið lengist.“

Tryggvi: „Og það á að skýra að nú eru þær ekki til?“

Björn: „Já. Vaxandi fjarlægð breytir þeim í hadrón t.d. nifteind eða róteind. Og þetta er líka ástæðan til að ekki er hægt að einangra kvark, fremur en menn einangra enda á spotta með því

að skera hann af. Kvarkur breytist í eitthvað annað við það að einangrast. Svo að nú hafa þessar agnir eyðst eða breyst.“

Hanna: „Þegar alfa agnirnar fóru gegnum gullatómin, á hvað rákust þær þá?“

Sigurður: „Á atómkjarnann. – Var það ekki?“

Björn: „Nei. Ekki kjarnann. Hann er, eins og við sögðum, opinn.“

Sigurður: „Á hvað rákust þær þá?“

Baldur: „Þær rákust á þessar örlitlu agnir í róteindinni og nifteindinni.“

Pétur: „Kvarkur, það er hann, þessi eitilharði örsmái innsti kjarni efnisins.“

Baldur: „Þær virðast vera innsti kjarninn.“

Pétur: „Og er þetta ekki einmitt lýsing á efni: eitilharðar agnir?“

Stefán: „Ekki nauðsynlega. Orkupunktur getur líka verið eitilharður, ef nógu mikil orka er í honum, er það ekki rétt?“

Björn: „Jú.“

Oktavía: „Hvað var kvarkur í upphafi, efni eða geislun?“

Björn: „Í upphafi er kvarkur, eða stratónur, aðeins nokkrar viðbótartegundir af geislun.“

Oktavía: „Ljósi?“

Björn: „Já. Ljósi. Sýnilegu og ósýnilegu.“

Sigríður: „Er þá innsti kjarni efnisins ljós?“

Björn: „Ég verð að skilja eftir spurningarmerki við hvað gerist fyrsta sekúndubrotið. En ég held að við verðum að reikna með upprunalegu efni í einhverri mynd.“

Baldur: „Ég held að við þurfum að fá nýjan skilning á þessum gömlu hugtökum, efni, orka, geislun, vitund, – sjá þetta allt sem samvirka heild þar sem þetta allt, jafnvel vitund, er jafn upprunalegt.“

Pétur: „Hvers vegna vitund?“

Stefán: „Ég er sannfærður um að grundvöllur vitundar, dulvitaðrar og meðvitaðrar, er rafsegulsviðið.“

Oktavía: „Og rafsegulsviðið er ljósið?“

Þorsteinn: „Já. Mér finnst að í þessari kynlegu leit okkar að efni, förum við að eins og maður sem ætlar að einangra enda á bandspotta með því að klippa hann af. Auðvitað er þetta sanræmd heild. Kjarnarnir þurfa ekki að vera aðalatriðið fremur en geislunin sem fyllir hið svokallaða tóm á milli þeirra.“

Oktavía: „Er nokkur sem þekkir innsta leyndardóm efnisins, – Baldur?“

Baldur: „Nei. Ekki svo ég viti.“

Oktavía: „Vitum við þá nokkuð meira en Plató?“

Sigurður: „Það hljótum við að gera.“

Stefán: „Jafnvel þó niðurstaðan verði svipuð?“

Björn: „Já. – Niðurstaða gömlu heimspekinganna gæti verið tilviljun, – ágiskun á ég við.“

Hanna: „Jæja. Snúum okkur að nútímanum.“

Sigurður: „Já. Við strikum út að allt í efnisheimi okkar sé efni.“

Séra Ögmundur: „Já. Við gerum það.“

Sigurður: „Efni verður að fara með inni hraða en ljóshraða, er það ekki rétt?“

Pétur: „Jú, jú. Það vita allir.“

Sigurður: „Allt sem fer með ljóshraða er þess vegna ekki efni. Er það ekki rétt?“

Baldur: „Jú. Það eru aðeins ljóseindirnar sem fara með ljóshraða. Þær geta auðvitað líka orðið efni.“

Björn: „Það er fleira sem hefur engan efnismassa við vissar aðstæður. Það er bæði ljósið og allir rafsegulgeislar af hvaða tegund sem þeir eru. Sama er að segja um þyngdarónur sem eru að minnsta kosti fræðilega séð einingar þyngdaraflsins. Og það er fleira sem ekki hefur efnismassa, ýmsar tegundir af ögnum sem við kölluðum neftrínur. – Og ég vil benda á að allar agnir með hvílumassa núll verða alltaf að fara gegnum tóm á ljóshraða.“

Hanna: „Mest, já langmest af efnisheiminum virðist vera tómarúm.“

Oktavía: „Ég mælist til að við athugum næst hvað af því sem ekki er tómarúm telst ekki heldur efni.“

Sigurður: „Það fyrsta sem ekki kemur til greina sem efni, er allt sem fer á ljóshraða.“

Hanna: „Við hvað áttu?“

Sigurður: „Þú hlýtur að skilja það!“

Hanna: „Nei.“

Baldur: „Já. Og andneftrínur hafa ekki heldur neinn efnismassa.“

Hanna: „Hvað eru þær?“

Baldur: „Þær eru eins konar spegilmynd af neftrínum eða fiseindum.“

Sigurður: „Og hvaðan koma þær?“

Björn: „Þær myndast í miðju sólnanna. Koma fram úr þungum atómkjörnum eins og úraníum og þóríum atómkjörnum, þegar þeir sundrast við sprengingu. – Og þegar þær tengjast efni aftur þá gera þær það á annan hátt en neftrínur.“

Oktavía: „Og þær eru ekki efni?“

Björn: „Þær eru ekki hlaðnar og þær hafa engan efnismassa.“

Oktavía: „Svo það er þá heilmikið af þessum efnisheimi okkar sem ekki er efni?“

Stefán: „Já. Og auk þess getur allt breyst í ljóseindir og þar með hætt að vera efni.“

Sigurður: „En þessar hægfara efnisagnir sem svo allt í einu breytast í ljóseindir? Hegða þær sér strax á allan hátt eins og ljósið?“

Björn: „Já. Þær þjóta samstundis af stað með hraða ljóssins, án nokkurs millibilsástands milli efnis og ljóss.“

Pétur: „En ef efnið fangar ljóseind; eða ljóseind breytist í efni, hvað gerist þá?“

Björn: „Það sama. Ljóseindin fer á svipstundu að hegða sér eins og efni.“

Sigurður: „En fyrst þessu er þannig háttað, eru það þá svo mjög fjarlægir draumórar að hægt sé að vild að breyta hlutum úr efnismassa, hlutum eins og t.d. líkama okkar eða geimskipi – í ljós?“

Baldur: „Ég skal engu spá um það.“

Hanna: „En ef það væri hægt, þá færum við allt í einu að lifa í gjörólíkum heimi.“

Stefán: „Og gætum raunverulega ferðast.“

Björn: „Já. Orka yrði óþörf, önnur en ljósorkan.“

Steinunn: „Við þyrftum aðeins að kunna að stjórna ferðinni svo að við færum ekki í allar áttir samtímis eins og ljósið!“

Þorsteinn: „Þið eruð eins og hestar sem hlaupið alltaf upp úr skeiðinu. Við erum hér að tala um efni. Ekki geimferðir í vísindaskáldsögu.“

Tryggvi: „Gott og vel. Við erum að ræða um hugtakið efni. Það eru tvær spurningar sem mig langar til að fá ákveðið svar við: Hvað er efnið í upphafi alheimsins? Og hvað er efnið við endalok tímans þegar alheimurinn líður undir lok?“

Sigurður: „Er þá ekki rétt að spyrja fyrst: Hvað var efnið í upphafi?“

Björn: „Við þekkjum ekki ástandið í upphafi.“

Tryggvi: „En nálægt upphafi stórusprengju?“

Björn: „Já.“

Pétur: „Hvað nálægt upphafinu?“

Björn: „Ja. Hvað eigum við að segja? Við getum talað um ástandið af nokkru öryggi eftir að fyrsta hundraðasta brotið úr sekúndu er liðið.“

Tryggvi: „Má nú ekki kalla það upphafið?“

Björn: „Nei í raun og veru ekki. Því að einmitt þá gerist greinilega afar mikið á ákaflega stuttum tíma.“

Oktavía: „Nú, nú, hvernig var þá með efnið? Var það ekki til?“

Björn: „Nei. Ekki sameindir, ekki atóm, ekki atómkjarni, ekki róteindir eða nifteindir. Hitastigið er þá 10^{11} K eða hundrað þúsund milljón gráður. Og þá eru aðeins til ýmsar atómagnir. Efnið er þá mismunandi tegundir geislunar. Alheimurinn er þá stratónur, rafeindir, pósitrónur, neftínur og fótónur.“

Baldur: „Og allt með efnismassann núll.“

Björn: „Já. Það mætti segja það.“

Pétur: „En atómkjarni byrjar að myndast strax eftir að þrjár mínútur eru liðnar frá stórusprengju, er það ekki rétt?“

Björn: „Jú. Það er líka rétt. Efnisþróunin byrjar strax.“

Oktavía: „Nú. Þetta var um efnið í upphafi. En hvað er þá að segja um efnið við endalok alheimsins?“

Þorsteinn: „Þú átt við í því tilviki að allt snúi við?“

Oktavía: „Já.“

Sigurður: „Já. Ef alheimurinn hættir að þenjast út og allt snýr við aftur, eins og margir halda. Hvað verður þá um efnið, atóm og atómkjarna?“

Björn: „Það leysist allt upp í frumhluta sína.“

Stefán: „Hvað sem það nú er.“

Oktavía: „Og þar verða menn þá að glína við sömu gátu og gátuna um hvað efni er í upphafi?“

Björn: „Já. Aðstæður gætu orðið svipaðar.“

Hanna: „Getur þú lýst örlítið nákvæmar hvað gerist?“

Sigurður: „Við viljum fá að vita hvað um efnið verður, því að það hlýtur að vera hluti af svarinu við spurningunni um hvað efni er.“

Baldur: „Já. Hvar eigum við þá að byrja?“

Björn: „Við skulum byrja þar sem alheimurinn hefur dregist svo mikið saman að hann er orðinn hundrað sinnum minni en hann er nú.“

Sigurður: „Hvernig verður heimurinn þá?“

Björn: „Já. Þá verður næturloftið álíka heitt og dagurinn er nú.“

Pétur: „Hvers vegna?“

Björn: „Vegna aukinnar geislunar.“

Baldur: „Ég er hræddur um að við verðum að fara yfir þessa sögu í stórum stökkum.“

Björn: „Já. Sjötíu milljón árum síðar er alheimurinn orðinn tíu sinnum minni og hitinn mikill.“

Pétur: „Og himinninn þá ægibjartur?“

Baldur: „Já. En enginn til að sjá hann, ef að líkum lætur.“

Oktavía: „Og hvernig breytist efnið?“

Björn: „Sameindirnar fara að leysast sundur og síðar atómin í frumparta sína, rafeindir og atómkjarna.“

Sigurður: „Og þetta er lokastigið?“

Björn: „Nei, nei, nei. Eftir önnur 700 þúsund ár mun hitastigið um allan alheiminn vera orðið 10 milljón gráður.“

Hanna: „Og allt efni leysist upp í rafeindir og atómkjarna?“

Björn: „Já.“

Stefán: „Og geislunin verður alráð?“

Björn: „Já. Næstum því.“

Sigurður: „Eru þetta endalok efnisins?“

Björn: „Nei. Eftir tuttugu og tvo daga verður hitinn orðinn tíu þúsund milljón gráður.“

Oktavía: „Og hvað verður þá um efnið?“

Björn: „Sjálfur atómkjarninn leysist þá upp í frumparta sína, rót-eindir og nifteindir. Og allt sem byggt var upp brotnar niður. Og allt fyllist af eindum sem ekki eru efni: rafeindum, pósitrónum, neftrinum og andneftrinum.“

Sigurður: „Og þetta eru endalok efnisins?“

Björn: „Í raun og veru ekki. Það væri nær að segja að við sæjum ekki lengra. Það veit enginn hvað gerist eftir þetta. En ástandið í þessum endalokum virðist svipað og á fyrsta sekúndubrotinu í stórusprengju.“

Tryggvi: „Á þá hitinn eftir að verða enn meiri?“

Björn: „Já. Menn hafa talað um hámarkshitann 10^{32} °K.“

Oktavía: „Og hér er auðvitað ekkert efni til?“

Björn: „Nei. Í raun og veru ekki í okkar merkingu orðsins. Allt verður geislun.“

Oktavía: „Sein sagt efnið okkar hverfur. En hvað með orkuna?“

Baldur: „Hún heldur velli. Lögmálið stendur. Orka skapast ekki. Orku verður ekki eytt.“

Sigurður: „Og hvað með kraftana fjóra?“

Baldur: „Þeir standa. En þeir sameinast hér í eitt.“

Oktavía: „Eins og þeir voru í upphafi?“

Baldur: „Já eins og þeir voru í upphafi.“

Oktavía: „Og er þá efnið eitt sem hrynur?“

Stefán: „Já. Vegna þess að efni hefur aldrei verið í eðli sínu það sem menn héldu að það væri.“

Björn: „Efnið í upphafi og við endalokin er auðvitað þýðingar-
mikið, þótt það sé öðruvísi en það efni sem nú er. – En að
grundvöllur efnisins séu geislarnir sjö og kraftarnir fjórir er
athyglisverð tilgáta sem ég gæti fallist á.“

Stefán: „Já. Það er líka mín skoðun að gamla hugtakið efni sé
úrelt hugtak. Einkenni efnisins og hegðun þess er til orðin fyrir
áhrif frá kröftunum fjórum og geislunum sjö. Þetta tvennt
skapar efnið.“

Oktavía: „Og verkanir þessara krafta gera það, sem ekki er efni
í sjálfu sér, að efni.“

Stefán: „Já, – líkt og efnispungi er myndaður með þyngdarónum,
einingum þyngdaraflsins, þótt þær séu sjálfar ekki efni.“

Tryggvi: „Skiptir þetta svo miklu máli? Er ekki nær að okkar
niðurstaða sé sú að efni, orka, ljós og vitund eigi sér sameigin-
legan grundvöll?“

Pétur: „Æi, hvers vegna alltaf vitund? Hún er ekki mælanleg.
Hún getur ekki verið með í vísindalegri heimsmynd.“

Sigríður: „Allar heimsmyndir, Pétur minn, án vitundar verða ein-
tóm vitleysa. – Þær gera tilveruna að tilgangslausu fjarstæðu-
leikhúsi.“

Pétur: „Gæti hún ekki verið það?“

Sigríður: „Nei. Ég hef enga trú á því.“

Pétur: „Trú. Já, trú. Það er annað en vísindi. Við getum ekki
endað heimsmynd okkar með trúarjátningu.“

Séra Ögmundur: „Jú. Það hljótnu við að gera. Þrátt fyrir þekk-
ingu nútímamannsins verður heimsmynd hans að enda í trú,
einfaldlega vegna þess að hann veit ekki nóg.“

Pétur: „Hvaða vísindi eru það að segja: Í upphafi var guð. Eða: Í
upphafi var andinn?“

Séra Ögmundur: „Hvað er það annað en trú að segja: Í upphafi
var efnið? Það er ekkert sem bendir til þess að svo hafi verið.“

Þorsteinn: „Eru þetta ekki fremur ófrjóar hugleiðingar? Að reyna
að skilja hvað efni er, er ekki líkt því eins þýðingarmikið og að
kunna að nota efnið.“

Séra Ögmundur: „Já. Það má líka segja að allt mannkynið fái st við það verkefni.“

Steinunn: „Og hafi gert það alveg frá því fyrst við byrjuðum að nota eldinn.“

Pétur: „Já. Það er þess háttar kunnátta sem hefur gildi: Að ráða yfir því hvenær maður kveikir eld og hvenær maður slekkur.“

Baldur: „Við ættum aldrei að hafa þessa afstöðu til þekkingar eða skilnings. Skilningur hefur gildi í sjálfu sér.“

Oktavía: „Og hver veit nema að nýr skilningur á efninu gefi okkur nýtt vald yfir efninu.“

Stefán: „Já. Jafnvel meira vald en nokkurn getur grunað.“

Hanna: „Nú. Mér finnst kominn tími til að hætta að glíma við gátuna um hvað efni er í innsta eðli sínu. Ég vil svör við því hvað sá efnisheimur er sem við erum í og ekki hefur breyst að samsetningu margar árbilljónir.“

Sigurður: „Þú átt við úr hvaða efnum hann er samsettur?“

Hanna: „Já.“

Sigurður: „Úr hvaða efni er alheimurinn?“

Björn: „Ef við lítum aðeins á atómin, þá er alheimurinn 99.9% aðeins tvö efni.“

Pétur: „Vetni og helíum?“

Björn: „Rétt. Þetta eru lang léttustu efnin, en þau eru samt 98% af massa alheimsins.“

Sigurður: „Og hver eru hin sem mest magn er af?“

Björn: „Næst koma súrefni, kolefni og neon.“

Hanna: „Og öll hin atómin. – Öll atóm í næstum hundrað frumefnum eru þá aðeins brot úr einum hundraðshluta af efni alheimsins?“

Björn: „Já. En við skulum ekki gleyma því að þau eru mjög þýðingarmikil vegna þess að líf byggist á þeim.“

Tryggvi: „Mér skilst nú raunar að líf byggist á öllu efni jafnt – að ekkert megí vanta?“

Björn: „Það er auðvitað rétt líka. Þetta er allt ein þróunarkerfið – ljós – orka – efni – líf.“

Pétur: „En þegar við tölum um efni, – eigum við venjulega við fast ápreifanlegt efni. Hvað er fast efni mikill hluti af okkar sólkerfi?“

Björn: „Þókan sem sólkerfi okkar myndast úr er gerð að langmestu leyti úr efnum sem eru eða geta verið loftkennd við venjulegt hitastig á jörðinni.“

Sigurður: „Hvað áttu við nákvæmlega með orðunum: að langmestu leyti?“

Björn: „Ég á við að 99.8% af efnum sólkerfisins séu loftkennd, eða volatiles, sem er latína og þýðir efni sem fljúga.“

Hanna: „Og föst efni þá aðeins 0.02% af öllu efninu?“

Björn: „Já, það er sagt svo.“

Sigurður: „En þessi loftkenndu efni geta frosið á jörðinni? Er það ekki, Baldur?“

Baldur: „Nei, tæplega. Nema vatn eins og allir vita sem frýs við 0 á Celsius. En það þarf 77.7 stiga frost til að ammóníak frjósi, og meira frost til að hin sex frjósi, helíum t.d. frýs undir þrýstingi við 272.2°C.“

Oktavía: „Nú. Þetta er gott og blessað. En höfum við komist að því, hvert er eðli efnisins samkvæmt heimsmynd okkar tíma? Erum við orðin saninnála um það?“

Pétur: „Já. Þessi venjulega mynd okkar er að efnisheimurinn sé 92 mismunandi frumefni. Og þau eru gerð úr örsmáum efnisögnum sem við nefnum atóm. Þau tengjast síðan öðrum atómum á ýmsa vegu og mynda sameindir.“

Oktavía: „Já. Þetta veit hvert barn en þetta er ekki heimsmynd okkar tíma. Þetta er heimsmynd sem leið undir lok fyrir aldamót.“

Baldur: „Ekki nema að nokkrul eyti.“

Hanna: „Má ég biðja um upprifjun?“

Björn: „Um 1890 sögðu menn að atómið væri eins og billjardkúla, sípétt, hin smæsta efnisögn sem ekki verður klofin í neitt minna.“

Hanna: „En atómið er ekki hin smæsta efnisögn?“

Björn: „Nei, eins og við höfum séð þá er langt frá því. Í stóru

atómi geta verið um 300 atómnagnir. En atómið er þó að langmestu leyti tóm, eins og við nú vitum.“

Pétur: „Venjuleg billjardkúla er þá auðvitað líka að mestu leyti tóm eða ekkert?“

Baldur: „Já. Við notum hana aðeins sem líkingu vegna þess að okkur virðist hún vera sípétt.“

Hanna: „Hvers vegna virðast hlutir þéttir sem eru þó næstum eingöngu tómarúm?“

Baldur: „Það er vegna hraða hinna minnstu efnisagna.“

Hanna: „Ég skil þetta nú ekki.“

Baldur: „Við verðum að skilja að efni er fyrst og fremst breyting. Það er hreyfingin sem gerir efnið þétt og ápreifanlegt.“

Pétur: „Áttu við að ef allt efni stöðvaðist í okkur og borðinu hérna . . .“

Oktavía: „Já. Þá hyrfum við. Og borðið líka.“

Pétur: „Það er fremur ótrúlegt.“

Björn: „En satt.“

Stefán: „Ég leyfi mér að setja fram þá kenningu; þá fræðilegu tilgátu – þó að hún væri ekki til annars en fella hana, þá gerði hún samt sitt gagn. Já, þá tilgátu að ekkert tómarúm sé til, – og ekkert efni.“

Pétur: „Ha, ha, ha.“

Sigurður: „Þarna kom það.“

Baldur: „Svona kenningar koma fram í hverri viku.“

Hanna: „Við hvað áttu, Stefán, með þessu? Ekkert efni? Ekkert tóm?“

Stefán: „Ég á við það að við eigum ekki að líta á heiminn sem tómarúm og atómkjarna eða róteindir eða kvark, heldur sem geislun. Sem ljós, sýnilegt og ósýnilegt ljós sem fyllir allt tómið.“

Oktavía: „Og það er ekkert tóm til vegna þess að tómið er fyllt af geislun?“

Stefán: „Það er það sem ég á við.“

Sigurður: „Og efnið?“

Stefán: „Efnið er ekki til nema sem misjafnlega sterkir orku-

punktar. Þeir eru því í eðli sínu líka geislun eða ljós. Allt er umbreytt ljós. Allt efni má skýra sem verkanir á orkueiningar frá þessum fjórum kröftum sem stýra öllu í tilverunni. Kröftunum fjórum sem í upphafi voru eitt og eru eitt í innsta eðli sínu. – Alheimslegt lögmál.“

Baldur: „Ég held að alheimurinn byggist á stratónum og geislun.“

Séra Ögmundur: „Og ég held að í upphafi sé andinn og allt sé frá honum komið.“

Tryggvi: „Mín skoðun er hins vegar sú að vísindamenn verði að leita að nýjum nú óþekktum grundvelli. Grundvelli sem allt kemur frá, efni, orka, líf, andi. Og allt hverfur til, – til þess eins að birtast að nýju.“

Sigríður: „Æi. Ég veit ekki hvað ég á að halda. Kannski finnst mér rétt að segja það sem allar kynslóðir sögðu á undan okkur.“

Hanna: „Hvað?“

Sigríður: „Allt þetta kom frá guði. Allt þetta er verk guðs. Allt hverfur þetta aftur til guðs.“

Pétur: „Við getum því miður ekki haft hann með í heimsmyndinni.“

Hanna: „Hvers vegna ekki?“

Pétur: „Brot á reglunni.“

Hanna: „Hvers vegna brot á reglunni?“

Pétur: „Það er ekki hægt að mæla hann.“

Sigríður: „Þá er ég hrædd um að við verðum að breyta reglunni.“

Pétur: „Það er engin leið.“

Sigríður: „Þá er ég hrædd um að við verðum að bíða lengur eftir skynsamlegri heimsmynd.“

Björn: „Ég hef ekkert á móti neinu af þessu. Þetta eru eðlilegar tilgátur. En allar tilgátur þarf að sannreyna. Þær sem reynast rangar þjóna oft mikilvægu hlutverki líka.“

Baldur: „Og kenningar geta reynst réttar þótt þær hafi ekki verið annað en heppnistilgátur.“

Steinunn: „Og þar sem möguleikar eru fáir hljóta ýmsir að giska á rétta hluti, jafnvel þó að þekkinguna vanti.“

Hanna: „Hvað ertu að gefa í skyn með þessu?“

Steinunn: „Það að gildi heimsmyndarinnar felst ekki fyrst og fremst í svona niðurstöðum, heldur í forsendunum, tilraununum, rannsóknunum, hinni löngu og erfiðu leit heiðarlegra vísinda.“

Sigurður: „Já. Þetta er satt. Við mættum sýna þessum mönnum meira þakklæti. Frá þeim höfum við hina raunverulegu þekkingu okkar.“

Pétur: „Og það er samt margt, hefði ég haldið, sem þarfnast nánari skýringa.“

Sigurður: „Hvað?“

Pétur: „Það er fyrst og fremst þessi augljósa staðreynd, sem allir hafa verið að afsanna, að efnið er þétt, – gagnvart okkur. Það fer hér enginn í gegnum borðið eða veggina eða annað fólk. Við rekumst á þetta allt. Erum stöðvuð af þessari gallhörðu staðreynd að efnið er fast og þétt. Samkvæmt þessu sem hér hefur verið sagt ættum við að fara í gegnum allt efni vegna þess að það á annað hvort ekki að vera til ellegar þá svo lítið í samanburði við tómarúmið að allt efni jarðarinnar kæmist hér inn á stofugólfið ef það væri alþétt. Já efnið á að vera svo lítið samanborið við tómarúmið að því megi líkja við efnisagnir (ef það þá eru efnisagnir) sem eru eins og tvö skip þar sem annað er statt á landshafi og hitt fyrir norðan Ísland. Þó við værum hér á einhverri fleytu á heimshöfunum þá væri næstum útilokað að við mundum rekast á annað skip.“

Oktavía: „Og hvað á þetta allt að þýða? Hverju ertu að mótmæla? Þessu hlutföll eru rétt. Það eru sannaðar staðreyndir.“

Pétur: „Það sem þetta á að þýða er það að ef þetta væri rétt þá gætum við öll gengið út í gegnum veggina, gegnum borðið. Ég gæti gengið í gegnum þig án þess að rekast á neitt. Ég sæi ykkur ekki. Efnið í ykkur væri svo hverfandi lítið að þið yrðuð bara tóm í mínum augum.“

Baldur: „Þetta er raunar alveg rétt hjá þér, Pétur. Þannig mundi þetta vera ef allt efnið stæði kyrrt. – Ef þeir hlutir sem átóm er byggt úr stæðu kyrrir yrði efnið okkur ósýnilegt og alls ekki áþreifanlegt.“

Pétur: „Þetta er nú ofvaxið mínum skilningi.“

Oktavía: „Þú verður að skilja það, Pétur minn, að efni sem við upplifum er allt skapað með hreyfingunni. Efni okkar er hreyfing.“

Pétur: „Ég er engu nær að skilja þig. Þú ert alltaf uppi í skýjunum.“

Oktavía: „Tökum þá eitthvað sem er alveg við nefið á þér.“

Pétur: „U-hu. Kaffibollinn. Hann er við nefið á mér. Láttu hann hverfa.“

Oktavía: „Jæja þá. Kaffibollinn. Sendu hannk ringum jörðina á miklum hraða. Segjum á einni sekúndu.“

Pétur: „Senda hann kringum jörðina. Til hvers?“

Oktavía: „Það er ekki spurningin, – heldur það hvað gerist ef hann fer á einni sekúndu hringinn í kringum jörðina.“

Pétur: „Það gerðist ekki mikið. Ég held að það sé ekki mjög gott efni í þessum bolla, – leir. Hann einfaldlega leystist upp.“

Oktavía: „Já. Jú. Jæja. Þetta kann að vera rétt. En við skulum segja að í honum sé efni sem ekki leysist upp, ósvikið efni. Hvað gerðist þá?“

Pétur: „Hvað gerðist?“

Oktavía: „Hann myndaði efnishring utan um jörðina. Með því að fara nógu hratt kringum jörðina myndaði hann efnishring sem yrði sýnileg, ápreifanleg og mælanleg staðreynd á öllum þeim stöðum sem hann færi yfir. Þú stöðvar hann. Og hvað þá? Þessi mikli hringur sem náði utan um alla jörðina, hvað verður þá um hann? – Ekki til! – Þetta, Pétur minn, er leyndarmál hins fasta efnis. Okkar fasta efni er hreyfing. Ekki meir.“

Pétur: „Hreyfing hvers?“

Oktavía: „Ljóssins, sem breyttist í orku og efni.“

Pétur: „Phah!“

XI

Hvað er líf?

Pétur: „Erum við ein í heiminum?“

Oktavía: „Ein í heiminum? Við hvað áttu?“

Pétur: „Erum við einu hugsandi verurnar í öllum alheimi?“

Oktavía: „Hvernig getur þér dottið annað eins og þetta í hug?“

Pétur: „Ég las það í blaði.“

Sigurður: „Hvaða blaði?“

Pétur: „Það stóð í einhverju af jólablöðunum í fyrra.“

Sigurður: „Og á hverju byggði blaðamaðurinn þessa skoðun?“

Pétur: „Það var nýbúið að senda geimflaug til Satúrnusar. Þar er ekkert líf. Og blaðamaðurinn sagði að allar líkur bentu til að við værum þess vegna ein í öllum alheiminum.“

Oktavía: „Þetta er hræðilegt rugl.“

Þorsteinn: „Það eru til vísindamenn sem eru honum samdóma.“

Baldur: „Trúmenn. Ekki vísindamenn.“

Pétur: „Erum við þá ekki ein?“

Baldur: „Nei.“

Hanna: „Og þessi fullyrðing er vísindaleg afstaða?“

Björn: „Já. Ég tel það. Ef við fjöllum um bestu upplýsingar sem við höfum af strangri rökfræði þá er það niðurstaða sanngjarnra vísindamanna að í vetrarbrautinni okkar einni saman séu sex hundruð og fimmtíu milljónir byggðra hnatta.“

Hanna: „Byggðir mönnum?“

Björn: „Byggðir verum á öllum stigum þróunar. Sumar ættu tímans vegna að vera komnar miklu lengra en mannkynið.“

Pétur: „En hvað halda þá þessir menn að til séu margir hnettir byggðir lífverum í okkar þekkta alheimi?“

Þorsteinn: „Það yrði samkvæmt þessu meira en tvær billjónir billjóna af byggilegum hnöttum.“

Sigurður: „Þetta eru tvö afar sundurleit sjónarmið.“

Björn: „Við skulum fella það fyrra algerlega út úr heimsmynd okkar.“

Pétur: „Samt er það staðreynd að við þekkjum ekki líf nema aðeins á einni reikistjörnu, jörðinni.“

Baldur: „En einmitt með því að athuga hvernig líf varð til á jörðinni sjáum við að líf hér er alls ekkert einangrað fyrirbæri. Sanna þróun fer fram í alheimi.“

Pétur: „Þú verður þá að sanna það.“

Baldur: „Við höfum þegar sýnt fram á áður að þróun lífsins er beint framhald af þróun efnisins og jafn óhjákvæmileg um allan alheiminn.“

Séra Ögmundur: „Nú vita menn að líf kviknar ekki af sjálfu sér. Allt líf er af lífi fætt, segja náttúruvísindamenn. Samt er ekkert líf í upphafi. Hvernig byrjar þá líf á jörðinni og annars staðar?“

Þorsteinn: „Ég hélt að þróunarkenningin skýrði það alveg nógu vel.“

Séra Ögmundur: „Gerir hún það? Líf kemur aðeins frá fyrra lífi. Og það líf kemur frá fyrra lífi og þannig endalaust. Ertu ekki kominn út í sömu vandræðin og maðurinn sem sagði að jörðin stæði á skjaldböku og þannig endalaust? Hvað eru margar ár-billjónir í sögu alheimsins án lífs? Einhvers staðar byrjar hið fyrsta líf. Og hvaðan kemur það? Út úr dauðanum? Er það ekki hið eina rökrétta svar? Og þér finnst samt ekki vera um neina mótsögn eða vandamál að ræða?“

Baldur: „Ja. Við vitum að allt líf þróast. Og allt efni þróast að því marki að líf getur orðið til. Landamærin eru óljós. En skýringin er að þróunin gerist á mjög löngum tíma.“

Séra Ögmundur: „Mér finnst þetta ekkert svar. Þú ert aðeins að reyna að fara í kringum vandamálið. Hvernig kom líf frá algjörlega dauðum alheimi?“

Stefán: „Við fáum aldrei vit í heimsmyndina með þessu móti. Er öruggt að efnið sé upphaf heimsins?“

Séra Ögmundur: „Nei. Það er ekki öruggt. Það er ekki einu sinni sennilegt.“

Björn: „Ég held að það yrði aldrei neitt vit í þessu nema menn viðurkenni að efni, orka, vitund og líf eigi sérsama grundvöll.“

Stefán: „Ég hef tilhneigingu til að vera þessu sammála. Allar aðrar skýringar leiða okkur út í heimsmynd sem er alltof mót-sagnakennd til að vera sannfærandi.“

Séra Ögmundur: „Meira en það, – hrein vitleysa. Til dæmis að efni verði til úr ekki-efni, vitund úr vitundarleysi og líf úr algerum dauða. Ég fæst aldrei til að setta mig við slíka speki, – þó hún sé af einhverjum kölluð vísindi.“

Baldur: „Ég held þið reiknið ekki með þessum óskaplega langa tíma. Ég held að hann skýri allt.“

Stefán: „Ég get alls ekki skilið þessi rök, – að breyting frá dauða til lífs hætti að vera breyting frá dauða til lífs ef aðeins breytingin gerist á nógu löngum tíma.“

Hanna: „En hvað er það þá sem gerist? Hvernig verður líf til?“

Baldur: „Fyrstu og einföldustu lífsformin mynduðust úr kjarna-sýrum og eggjahvítuefnum.“

Sigurður: „Og hvernig mynduðust þau? Hljóta þau ekki að hafa myndast úr dauðu efni?“

Séra Ögmundur: „Mér sýnist þetta allt afar nálægt því að mega kallast kraftaverk.“

Pétur: „Lífið hefði getað borist utan úr geimnum.“

Séra Ögmundur: „Það breytir vandamálinu á engan hátt. Sama þróun gerist alls staðar að mér skilst. Dautt efni er alls staðar á undan lífi samkvæmt ykkar kenningu. Auk þess gera sólarvind-ar og geimgeislar þetta ósennilegt.“

Oktavía: „Nú. En málið er samt einfalt. Lífið er staðreynd. Þess vegna er það líka staðreynd að lífið varð til á jörðinni. En hvernig?“

Baldur: „Þegar fyrsta lífið myndaðist voru aðstæðurnar allt öðru vísi á jörðinni en þær eru nú.“

Pétur: „Hvernig þá?“

Balður: „Í fyrsta lagi var ekkert lífríki. Nýtt líf var í friði fyrir öðru lífi. Hitastig og gufuhvolfið var annað. Þar var meira af koltvísýringi. Ekki köfnunarefni og súrefni, heldur köfnunarefni og koltvísýringur. Og ekki heldur ózón í efri lögum gufuhvolfsins. En það er þetta ózónlag sem aðallega stöðvar útfjólubláa geisla sólarinnar. Þess vegna er við þessar aðstæður miklu meiri geislavirkni.“

Sigurður: „Það sem þú ert að segja er að í fyrsta lofthjúpnum voru sérstök skilyrði til lífs?“

Balður: „Já. Í fyrsta lofthjúpnum er ammóníak, metan og vatnsgufa.“

Hanna: „Við hvað áttu með fyrsta lofthjúpnum? Eru þeir fleiri en einn?“

Balður: „Já. Hann breytist með tímanum. Gufuhvolf tvö myndast þegar útfjólubláir geislar sólarinnar kljúfa vatnssameind og aðgreina súrefnið. Gufuhvolfið verður þá köfnunarefni, koltvísýringur og vatnsgufa. Þriðja gufuhvolfið myndaðist síðar. Súrefni og vatnsgufa urðu til vegna gróðursins.“

Pétur: „Já. En hvernig verður líf til?“

Balður: „Líf verður til úr ákveðnum atómum sem raðast niður á réttan hátt. Þessi efni eru kolefni, vetni, súrefni, köfnunarefni eða nítur, fosfór og brennisteinn.“

Oktavía: „Og þú átt við að þau raðist saman á réttan hátt af tilviljun?“

Balður: „Já. Þessi langi tími . . .“

Stefán: „Gersamlega útilokað. Til þess er jafnvel allra einfaldasta samsetning alltof flókin. Allur aldur alheimsins nægði ekki til að hitta af tilviljun á einföldustu gerð af eggjahvítusameind.“

Hanna: „Svo að lífið getur ekki skapast af tilviljun?“

Stefán: „Nei. Því get ég aldrei trúað.“

Pétur: „Hver ætti að stjórna því?“

Oktavía: „Úr hverju eru eggjahvítuefnin?“

Balður: „Úr aminósýrum.“

Hanna: „Eru þær þá líf?“

Baldur: „Þær eru landanærin milli lífs og dauða.“

Sigurður: „Úr hverju myndast þær?“

Baldur: „Úr einfaldari einingum eins og metan og ammoníaki.“

Pétur: „Ég spyr aftur, eru engar líkur til að efnið hafi raðast rétt niður af tilviljun á nógu löngum tíma?“

Björn: „Líkurnar til þess eru minni en einn á móti 10^{100} – tíu í hundraðasta veldi. Einn á móti 100 stafa tölu.“

Séra Ögmundur: „Sem sagt engar.“

Björn: „Já. Sem sagt engar.“

Baldur: „Ég hef aldrei sagt að þetta gerðist af hreinni tilviljun. Auðvitað eru viss lögmál sem stjórna þessu eins og öllu öðru í okkar skipulögðu tilveru.“

Sigurður: „Hvaða lög eru það þá, sem stjórna þessu?“

Baldur: „Þetta eru vel þekkt lögmál í efna- og eðlisfræði, þannig að þróunin verður að lúta ströngum reglum og fremur þröngu vali.“

Oktavía: „Getur ekki einhver svarað mér skýrt og afdráttarlaust þegar ég spyr: Hvernig verður fyrsta lífveran til á jörðinni?“

Baldur: „Jú. Samkvæmt heimsmynd okkar tíma er svarið þetta: Í lofthjúp jarðarinnar koma fram þessi efni: koltvísýringur, kolmonoxíd, köfnunarefni, vetni, ammóníak, metan og loks vatn. Þetta er hinn efnafræðilegi grundvöllur. Og þegar hér er komið sögu, gerist þetta sem sunir kalla kraftaverk. Útfjólubláu geislarnir leika um þessi efni, eða þá að eldingu slær niður. Mikill kuldi gæti líka verið orsök. Eitthvað af þessu eða þetta allt. Og fyrstu amínósýrurnar verða til.“

Sigurður: „Hvar verður þá lífið til?“

Baldur: „Landanærin eru óljós. En við getum sagt að líf verði fyrst til í loftinu. Stórar lífrænar sameindir myndast fyrst í gufuhvolfinu. Þær falla síðan í hafið og þróast þar í langan tíma þar til hin fyrsta fruma myndast.“

Oktavía: „Og hér tekur líffræðin okkarvið með sögunni um fjöru-pollinn og allt það?“

Baldur: „Já. Það sem síðar gerist í sögu lífsins á jörðinni er auðrakin saga og öllum kunnug.“

Hanna: „Ekki öllum. Sumir meira að segja neita henni.“

Þorsteinn: „Sumir neita staðreyndum eins lengi og hægt er, – og sumir lengur!“

Pétur: „Geta menn sannað þessa byrjun á tilraunastofum?“

Baldur: „Já. Reynt hefur verið að mynda aðstæður svipaðar og í gufuhvolfi eitt.“

Sigurður: „Og hvað gerðist þar?“

Baldur: „Aminósýrur byrjuðu strax að myndast og margbreytileg þróun til lífs fór af stað.“

Oktavía: „Og þetta sannar að líf byrjar auðveldlega og óhjákvæmilega við þessar aðstæður.“

Baldur: „Já.“

Pétur: „Svo þetta er þá mjög einfalt þegar öllu er á botninn hvolft?“

Baldur: „Ég veit það nú ekki. Það tók alheiminn árbilljónir að skapa þessar aðstæður á okkar jörð.“

Oktavía: „Þú sagðir að sama þróun gerðist um allan alheim hvað snertir þróun efnis og síðar lífsins. En fyrst líf er ekki einangrað fyrirbæri bundið við okkar jörð, ættum við þá ekki að sjá einhver merki um allra frumstæðustu lífsameindir á loftsteinum sem berast hingað utan úr geimnum?“

Sigurður: „Þetta hlýtur að hafa verið rannsakað.“

Baldur: „Já. Um tvö þúsund loftsteinar hafa verið rannsakaðir.“

Pétur: „Og sýna þeir einhverjar sameindir í ætt við líf?“

Baldur: „Nei. Ekki svo ég viti. Þeir eru næstum allir úr jární eða öðrum efnum sem ekki eru grundvöllur fyrir lífi.“

Björn: „En hvað með Carbonaceos chondrites loftsteina? Í þeim er eitthvað af vatni og kolefni.“

Þorsteinn: „Já. Þeir eru mjög fágætir. Það verður að rannsaka þá strax og þeir falla.“

Oktavía: „Þeir hafa þá fundist og verið rannsakaðir?“

Þorsteinn: „Já. Þeir hafa fundist.“

Sigurður: „En sýna þeir nokkur merki um líf?“

Þorsteinn: „Já. Á slíkum steini sem fannst 1969 í Ástralíu reyndust 18 mismunandi kjarnasýrur.“

Hanna: „Er þetta það eina?“

Þorsteinn: „Nei, nei. Í lok ársins 1973 fundust loftsteinar sem reyndust vera með vott af svonefndum fitusýrum sem eru uppi-
staðan í dýrafitu.“

Pétur: „Gæti þetta ekki hafa myndast hér?“

Þorsteinn: „Nei. Þróun þessa frumlífs er allt önnur en okkar hér á þessari jörð.“

Sigurður: „Þessar einingar í þessum loftsteinum eru þá eiginlega ekki líf?“

Þorsteinn: „Nei. En þær hafa þróast í áttina til þess sem við köllum líf.“

Oktavía: „Svo þetta styður þá kenninguna um að líf þróist um all-
an alheiminn þar sem þessi skilyrði eru fyrir hendi?“

Þorsteinn: „Já. Það virðist svo að segja, – óhjákvæmilegt.“

Hanna: „En hvenær byrjar þá lífið?“

Þorsteinn: „Á jörðinni?“

Hanna: „Já.“

Baldur: „Ef við miðum við steingerfinga sem hafa fundist, þá eru
þeir elstu 600 milljón ára gamlir.“

Oktavía: „Og jörðin er 4.600 milljón ára gömul.“

Baldur: „Já.“

Sigurður: „Það þýðir fjögur þúsund milljón ár án lífs.“

Stefán: „Þetta getur held ég ekki staðist. Svona langur tími án lífs.
Og svo allt í einu líf.“

Björn: „Já. Og þegar þessir steingerfingar eru athugaðir sést að
þetta eru margbreytilegar lífverur sem hljóta að eiga langa
þróunarsögu að baki. Lífið hlýtur að hafa byrjað miklu fyrr. –
Eða hvað?“

Pétur: „Það er augljóst. Ekki hafa þessar lífverur komið skyndi-
lega úr engu.“

Oktavía: „En eru til nokkrar sannanir um að eldri lífverur hafi
verið til?“

Þorsteinn: „Já. Það hafa raunar fundist merki um eldra líf.“

Björn: „Það hafa fundist leifar af smásæjum lífverum á klettum

sem eru að minnsta kosti 3.200.000 ára gamlar og ef til vill eldri.“

Sigurður: „Svo að tímabil hinnar líflausu jarðar er þá miklu styttra?“

Porsteinn: „Já. Það hefur sennilega staðið yfir aðeins í þúsund milljón ár, og tímabil lífsins er þá orðið meira en þrefalt lengra.“

Hanna: „Hvers vegna byrjar líf ekki strax?“

Baldur: „Fyrstu fimm hundruð ármilljónirnar er jörðin að kólna og höf og lofthjúpur að skapast. Ætli það hafi veitt af næstu fimm þúsund ármilljónum til að breyta hér efni í líf?“

Sigurður: „Og hvað halda menn þá að líf geti verið lengi á þessari jörð?“

Baldur: „Það tala margir um að sennilegur aldur sólarinnar sé 12 árbilljónir.“

Oktavía: „Svo framtíð lífsins á jörðinni getur orðið mikil.“

Pétur: „Já. Eftir þessu ætti líf að geta þróast í sjö þúsund milljón ár til viðbótar.“

Sigurður: „Þetta þýðir það að tímabil dauðrar náttúru er aðeins 8% af sögu jarðarinnar. En saga lífsins getur orðið 92% af þessari sögu?“

Baldur: „Það gæti orðið.“

Stefán: „Ef maðurinn hagar sér ekki eins og fáviti.“

Séra Ögmundur: „Og engin stórslys henda.“

Hanna: „Og þú heldur að þessi sama saga gerist á öðrum stöðum í Vetrarbrautinni?“

Porsteinn: „Já. Á ýmsum öðrum stöðum, einkum á útjöðrum hennar.“

Oktavía: „Og hvað halda menn þá að það sé líf á mörgum reiki-stjörnum í vetrarbrautinni okkar?“

Björn: „Eins og ég hef áður sagt þá hafa menn áætlað að það sé líf á meira en 600 milljón hnöttum í okkar vetrarbraut.“

Pétur: „Þetta eru hnettir sem eitthvert líf er á?“

Björn: „Já.“

Sigurður: „En þeir hnettir sem hafa þróað líf?“

Hanna: „Til dæmis lífverur sem gerðar eru úr mismunandi frumhópum?“

Björn: „Peir eru áætlaðir um 433 milljónir.“

Hanna: „Það er undarlegt að menn skuli svara svona spurningum.“

Pétur: „Þetta eru allt sanngjarnar og rökréttar ályktanir af mælanlegum staðreyndum.“

Oktavía: „Má ég þá færa mig upp á skaftið og spyrja um hnetti í Vetrarbrautinni þar sem er að finna landdýr?“

Björn: „Já. Þeir hnettir ættu að vera um 416 milljónir.“

Sigurður: „Þá er aðeins lokaspurningin eftir um líf á hnöttum í vetrarbraut okkar . . .“

Pétur: „Já. Hvað margir með vitsmunaverur eins og okkur . . .?“

Baldur: „Verur sem koinnar eru með siðmenningu og tækni-menningu?“

Björn: „Þær eru taldar um 390 milljónir.“

Oktavía: „Er það ekki mjög lítill hluti af hnöttum Vetrarbrautarinnar?“

Björn: „Jú. Mjög lítill hluti.“

Hanna: „Hvað lítill?“

Þorsteinn: „Aðeins einn hnöttur af hverjum 770.“

Oktavía: „En hvað eigum við þá að halda um framtíð mannkynsins?“

Stefán: „Ef það hagar sér skynsamlega og gengur ekki helveg?“

Baldur: „Þá gæti það jafnvel lifað í 7.4 billjón ár.“

Þorsteinn: „Er það ekki full mikil bjartsýni?“

Baldur: „Jú, það er það sennilega. En það mætti gera mikið á styttri tíma.“

Stefán: „Hún tók okkur 500 ár, – þróunin frá fyrstu stafagerð til geimferða.“

Pétur: „Sem þýðir að við getum átt mörg þúsund slík tímabil eftir.“

Oktavía: „Þetta þýðir auðvitað ef við höldum áfram þessari röksemdafærslu að líf á mörgum hnöttum er komið lengra en hér hjá okkur?“

Pétur: „Að sjálfsgöðu.“

Sigurður: „Á hvað mörgum?“

Björn: „Næstum öllum.“

Hanna: „Næstum öllum!“

Björn: „Já. Aðeins um 260 ættu að vera með jafn frumstæða menningu og við.“

Séra Ögmundur: „Ég trúir engu af þessu. Þetta eru aðeins tölur sem þú slærð fram.“

Björn: „Það geta allir sem vilja kynnst rökunum á bak við þessar tölur. Það er einfaldlega allt of tímafrekt að rekja þau hér.“

Pétur: „Konuðu að minnsta kosti með rökin fyrir þessari síðustu staðhæfingu, – að verur á næstum öllum tækniþróuðum hnöttum í vetrarbrautinni séu komnar lengra en við.“

Björn: „Já. Það er auðvelt. Í því dæmi er reiknað með að meðalaldur siðmenningar á hverjum hnetti sé 7.4 billjón ár. Og það er reiknað með þróun allan þann tíma. Eftir fyrstu 5000 árin er siðmenningin komin á það stig að geimferðir hefjast. Eða á sama stig og við. Þetta þýðir auðvitað að aðeins einn af hverjum 1.500.000 þessara hnatta hefur ekki gert meira en að ná þessu marki. Allar hinar siðmenningarnar eru komnar lengra.“

Pétur: „Þetta eru bæði sanngjarnar og rökréttar ályktanir, finnst mér.“

Stefán: „Já. Þær eru það raunar. Og einfaldar.“

Hanna: „Og þetta þýðir að aðeins 260 hnettir með tæknimenningu af 390 milljónum í vetrarbrautinni eru komnar jafnstutt eða styttra en við?“

Björn: „Já.“

Oktavía: „Og allir hinir lengra?“

Björn: „Við komumst ekki hjá að álíta það.“

Hanna: „Þetta er eitt það furðulegasta sem ég hef heyrt.“

Séra Ögmundur: „En hvaða rök eru eiginlega fyrir því t.d. að það séu 390 milljón hnettir með tæknimenningu aðeins í okkar vetrarbraut?“

Björn: „Eigum við nokkuð að vera að fara út í þetta,“

Stefán: „Já. Við viljum heyra rökin.“

Björn: „Gott og vel. Við sögðum að áætlaðir hnettir með landdýrum væru 416 milljónir.“

Séra Ögmundur: „Það hafa ekki öll landdýr tæknimenningu!“

Björn: „Nei. Síður en svo.“

Séra Ögmundur: „Ég hefði nú haldið það. Ég held að naut fari seint aðs míða eldflaugar!“

Pétur: „Það reiknar enginn með að naut hefji geimferðir.“

Séra Ögmundur: „Með hverju reikna menn þá?“

Björn: „Menn reikna með að líf þróist. Spendýr koma hér fyrst fram fyrir 180 milljón árum. Á þessum tíma hafa þau verið í stöðugri þróun, ekki síst heilinn. Þá sögu þarf ekki að rekja fyrir upplýst fólk. Jörðin er orðin 4.6 billjón ára gömul þegar siðmenning og tæknimenning hefst hér. Hún á þá eftir um 60% af aldri sínum. Samkvæmt lögmáli um meðaltal þýðir þetta að 40% af byggilegum hnöttum í Vetrarbrautinni eru of ungir, en 60% ættu að vera nógu gamlir til að þar sé komin siðmenning, miðað við þá þróun sem við þekkjum hér.“

Pétur: „Og þannig fáum við út að í okkar vetrarbraut séu um 390 milljón hnettir þar sem tæknimenning er hafin.“

Oktavía: „En fyrst naut breytast í menn á minna en hundrað milljón árum, þá hljóta menn að breytast í eitthvað annað á 7.4 billjón árum?“

Sigurður: „Já. Að sjálfsgöðu. En það breytir engu um þessa röksemdafærslu um líf og vitsmunaverur á öðrum hnöttum.“

Pétur: „Og ég sem byrjaði að spyrja um það hvort við værum ein í heiminum!“

Björn: „Og margir trúa því enn að við séum ein í heiminum, – einu raunverulegu vitsmunaverur alheimsins.“

Pétur: „Og þessir menn kalla okkur trúfífl. En hvað skyldu þeir vera?“

Stefán: „En á öllum öðrum öldum hafa menn litið á það sem sjálf-sagðan hlut að menn væru ekki einu vitsmunaverurnar.“

Oktavía: „Og vísindamenn kallað það hjátrú og gerfivísindi.“

Pétur: „Ertu að tala um verur eins og álfa og huldufólk, dverga eða engla?“

Sigurður: „Eða að sólr og hnettir séu verur?“

Stefán: „Þessu hafa allar kynslóðir trúað nema við.“

Pétur: „En þetta eru hindurvitni.“

Stefán: „Ef til vill. Ekki heimskari menn en Plató og Sókrates sögðu að hnettirnir væru verur.“

Pétur: „En auðvitað eru þær það ekki. Þær eru efni.“

Oktavía: „Hvað þykjumst við vita um hugsanleg lífsform?“

Sigurður: „Lífið hefur ákveðin einkenni, hefði ég haldið.“

Baldur: „Já. Allt líf sem við köllum líf er byggt upp á kolefnisgrundvelli.“

Hanna: „Allt það líf sem við höfum rætt um hér að framan. Hér á jörðinni og á öðrum hnöttum, er það allt byggt á kolefnisgrundvelli?“

Baldur: „Já.“

Stefán: „Og hvers vegna skyldi líf ekki geta byggst á öðru?“

Pétur: „Við þekkjum ekki neitt slíkt. Og það er hér ekki til umræðu einu sinni.“

Oktavía: „Hvernig veistu til dæmis að jörðin okkar sé ekki lifandi einstaklingur?“

Pétur: „Þetta er gömul vitleysa sem þarf ekki einu sinni að svara. Til hvers er menntun ef menn fara svo að glíma við þvílíkar spurningar?“

Stefán: „Ég held við ættum fremur að temja okkur vissa hógværð gagnvart svona spurningum. Hún er betri en menntahrokinn.“

Oktavía: „Já. Líttu t.d. á sjálfan þig, Pétur minn. Þú ert sjálfur samsettur úr trilljónum örsnárna fávísra einstaklinga. Hver þeirra ætti að vera svo gáfaður að vita að þú, herra Pétur Jónsson, stúd. art, sért lifandi og að sumu leyti hugsandi einstaklingur? Er hlutfallið milli okkar og stærri heilda ekki það sama?“

Pétur: „Þvæla.“

Stefán: „Sumir halda að Vetrarbrautin sé einstaklingur. – Og

sumir halda að það sem við köllum alheim sé aðeins einn einstaklingur.“

Pétur: „Í guðanna bænum hættið þessari vitleysu. Þetta er ekki heimsmynd okkar tíma.“

Oktavía: „Ég held við megum vel skilja eftir spurningarmerki hér og hvar. Okkar heimsmynd er engan veginn endanleg.“

Séra Ögmundur: „Ég held að við ættum ekki að útiloka úr heimsmynd okkar það sem menn á öllum tímum hafa átt sameiginlegt.“

Sigurður: „Og hvað er það?“

Séra Ögmundur: „Það er trú á yfirskilvitlegar verur. Og umfram allt. Trú á guð.“

Pétur: „Okkur var lofað, hér við þetta borð, að fara ekki út í þessa sálina. Við samþykktum að halda okkur við mælanlegar staðreyndir. Á annan hátt verður okkur ekkert ágengt. Við verðum að setja okkur reglur.“

Stefán: „Þær geta líka verið hættulegar.“

Séra Ögmundur: „Og orðið ný trúarbrögð, – vísindatrú.“

Pétur: „Þið eruð erfitt fólk að ræða við.“

Stefán: „Engan veginn. Við föllumst samt aldrei á að afsala okkur í nafni einhverra vísindalegra reglna og aðferða réttinum til að spyrja.“

Pétur: „Auðvitað hafið þið rétt til að spyrja. En það hefur enginn leyfi til að bæta neinu inn í heimsmyndina sem við ekki þekkjum.“

Oktavía: „Hvað um guð?“

Pétur: „Við þekkjum hann ekki. Við þekkjum kraftana fjóra sem stjórna tilverunni: þyngdaraflið, rafsegulkraftana, sterku kjarnakraftana og veiku atómkraftana. Enginn vísindamaður hefur leyfi til að bæta þeim fimmta við.“

Oktavía: „Við erum ekki að því. Hins vegar hafa ágætir vísindamenn upplýst að þessir fjórir kraftar sem stjórna alheiminum séu upphaflega einn. Og þeir séu ennþá í innsta eðli sínu einn og sami mátturinn.“

Björn: „Já. Ég held mig líka við þennan grundvöll. Ég endurtek

það sem ég hef áður sagt: Það verður ekkert vit í þessari heinis-
mynd okkar nema við gerum ráð fyrir því að efni orka, andi og
líf sé allt jafn upprunalegt og eigi sér sameiginlegan grundvöll.“

Hanna: „En hver er þá niðurstaðan?“

Pétur: „Við skulum halda okkur við okkar reglu og ræða hér
aðeins um líf sem hefur kolefni sem tilverugrundvöll.“

Sigurður: „Já. Og það þýðir að lífverur sem náð hafa því marki í
þróun að vera með tæknimenningu geta verið á 390 milljónum
hnatta í okkar vetrarbraut.“

Baldur: „Já.“

Stefán: „Geta verið saníkvæmt þessu dæmi, en þær eru það örugg-
lega ekki.“

Sigurður: „Hvers vegna ekki?“

Stefán: „Það er fjarstæða að halda að siðmenning og tæknimenn-
ing geti staðið yfir í svona langan tíma eins og hér er reiknað
með.“

Pétur: „Hvers vegna fjarstæða?“

Steinunn: „Vegna þess að menningarþróun hlýtur að líða undir
lok af ýmsum ástæðum.“

Séra Ögmundur: „Svo að þessi tæknivæddu hnettir eru þá færri
núna?“

Steinunn: „Já örugglega. Miklu færri.“

Sigurður: „Svo þessi tala, 390 milljónir, er þá svar við þeirri spurn-
ingu hvað margir slíkir hnettir hafa verið og eru í allri sögu
vetrarbrautarinnar?“

Björn: „Já. Það er rétt.“

Hanna: „En hvað eru þessir hnettir þá margir núna?“

Steinunn: „Það hefur af góðum mönnum verið áætlað að sið-
menning gæti ekki staðið yfir nema $\frac{1}{40}$ af aldri jarðarinnar.“

Pétur: „Hvað þýðir það?“

Björn: „Það þýðir að aðeins einn hnöttur af hverjum 570.000 er
nú með siðmenningu.“

Stefán: „Og það fækkar þeim ekki svo lítið þessum hnöttum í
Vetrarbrautinni sem eru með tækniþróun?“

Björn: „Já. Þeir verða til muna færri.“

Pétur: „Hvað margir? Vertu ekki að draga okkur á þessu svari. Getur þú ekki komið með niðurstöðuna strax? Hvað eru þeir margir þessir hnettir í Vetrarbrautinni sem eru með tækniþróun núna?“

Björn: „Samkvæmt þessum áætlunum öllu eru þeir ekki nema 530.000.“

Hanna: „Það er töluvert samt.“

Oktavía: „Og nýir daglega að koma og hverfa?“

Sigurður: „Já. Það skyldu menn halda.“

Hanna: „Eru þetta þá endanlegar tölur?“

Björn: „Já. Að svo iniklu leyti sem við getum talað um endanlegar tölur í þessu sambandi.“

Oktavía: „Nú. Þá er aðeins eftir að spyrja: Hvað eru þá margir byggðir hnettir í okkar þekkta alheimi?“

Björn: „Ef við göngum út frá því að Vetrarbrautin okkar sé meðalstór vetrarbraut? Og vetrarbrautirnar séu alls 10^{11} eða hundrað þúsund milljónir þá er dæmið auðreiknað.“

Pétur: „Við verðum sem sagt að margfalda allar tölur í sambandi við Vetrarbrautina með 10^{11} ?“

Sigurður: „Já. Auðvitað verðum við að gera það.“

Oktavía: „Og þetta þýðir meðal annars að nú meðan við sitjum hér og spjöllum saman þá eru þarna úti í þessum órafjarlægðum . . .“

Björn: „Já. Þarna úti í geimnum eru nú samkvæmt varfærnislegum áætlunum íhaldssömustu vísindamanna siðmenntuð og tæknivædd samfélög á öllum þróunarstigum og flest komin lengra en við. Já, eins og ég sagði þá eru þau samkvæmt varfærnislegri áætlun ekki færri en 530 milljónir billjóna. Þetta verður óhjákvæmileg niðurstaða í því sem við nú köllum heimsmynd okkar tíma.“

Hanna: „En svo við snúum nú aftur til jarðarinnar. – Hvenær verða þar fyrstu frumurnar til?“

Baldur: „Áttu við frumur eins og þær frumur sem við nú þekkjum, – með kjarna. DNA kjarna, sem stjórna efnaskiptum og æxlun?“

Hanna: „Já.“

Björn: „Hvort sem þú trúir því eða ekki, – þá er lífið hugsanlega búið að þróast í 2000 milljón ár áður en þær verða til.“

Oktavía: „Hvernig er þá lífið á jörðinni þennan langa tíma?“

Baldur: „Menn halda að fyrstu 2000 milljón árin hafi ríkjandi lífsform á jörðinni verið bakteríur og blágrænir þörungar.“

Pétur: „Þetta eru ekki frumur?“

Baldur: „Ekki eins og nú. Það má segja að þetta hafi verið mjög litlar frumur, – en þær höfðu engan greinilegan kjarna með deoxyríbósa kjarnasýrusameindun, DNA.“

Sigurður: „Hver var þá munurinn á þessum tveimur fyrstu lífsformum?“

Baldur: „Hann var sá að frumur blágrænu þörunganna gátu notað sólarljósið til að breyta koltvísýringi og vatni í næringu. Bakteríur höfðu ekki þennan hæfileika og urðu að breyta sér til að afla fæðu á annan hátt.“

Sigurður: „Og þróunin var hæg.“

Baldur: „Já. Hún var afar hæg. En samt þróun. Blágrænu þörungarnir framleiddu örlítið súrefni. Samt komu fyrir 1.5 billjón árum fram fyrstu frumurnar með kjarna. Og þá fyrst fór súrefni að aukast að marki í andrúmsloftinu og koltvísýringur byrjaði að minnka.“

Oktavía: „Og síðan fóru frumur að vinna saman, sérhæfa sig og mynda stærri og stærri lífverur?“

Baldur: „Já. Og þá fyrst er komið að hinni eiginlegu sögu lífsins á jörðinni. Með fyrstu steingerfingunum sem eru aðeins 600 milljón ára gamlir. Flóknar lífverur samsettar úr fullkomnum frumum virtust hafa komið úr engu. En þá átti lífið á jörðinni þegar 2000 milljón ára sögu að baki.“

XII

Hvernig verður líf til?

Pétur: „Ég verð að segja það alveg eins og er að ég er engan veginn ánægður með þessa fræðslu. Ég er litlu nær því að vita hvernig líf á jörðinni verður upphaflega til. Þeim sem segjast vita það er hreinlega ekki trúandi.“

Oktavía: „Ég álit að kurteis maður eigi að gæta orða sinna. En því er ekki að leyna að ég hefði gjarnan viljað fá skýrari mynd af hvernig efni verður líf.“

Þorsteinn: „Ég verð að reyna að koma til móts við ykkur. En þið verðið að vera sanngjörn. Það er nógu erfitt að útskýra hvernig efni verður til, en það er margfalt flóknara mál að útskýra hvernig líf verður til.“

Stefán: „Ber að skilja þetta svo að þú teljir þig hafa einhverja frambærilega skýringu á því hvernig dautt efni breytist í líf?“

Þorsteinn: „Já. Ég verð raunar að svara því játandi.“

Séra Ögmundur: „Þú ímyndar þér að það sé raunverulega hægt?“

Stefán: „Ég held að honum sé ekki alvara. Jafnvel vísindamenn geta stundum gert að gamni sínu.“

Séra Ögmundur: „Mér skilst, Þorsteinn, að þú ætlir að útskýra þetta með þróunarkenningu Darvins eins og venjan er.“

Pétur: „Menn geta alveg eins efast um að jörðin gangi kringum sólina eins og að efast um þróun lífsins á jörðinni.“

Séra Ögmundur: „Það efast fáir um það. En hvernig? Það er spurningin.“

Þorsteinn: „Við verðum að gera okkur ljóst að þróunarlögmál

Darwins er aðeins framhald eða angi af miklu stærra grundvallarlögmáli.“

Sigurður: „Þetta er ofurlítið loðið. Hvert er þetta grundvallarlögmál sem þú talar um?“

Oktavía: „Og á þetta nýja lögmál að útskýra hvernig efni verður líf?“

Þorsteinn: „Já. Það er að vísu ekki auðvelt en ég held samt að það megi sýna fram á það.“

Sigurður: „Hvaða grundvallarlögmál er þetta?“

Þorsteinn: „Grundvallarlögmálið er þetta: Það efnasamband sem verður stöðugt heldur áfram að vera til, hitt hverfur.“

Oktavía: „Það sem er stöðugt heldur áfram, hitt hverfur.“

Þorsteinn: „Já.“

Pétur: „En þetta segir sig sjálft.“

Hanna: „Hvernig stöðugt?“

Þorsteinn: „Það getur verið stöðugt á þrennan hátt. Það getur enst lengi, það sama getur komið fram mjög oft og það getur verið endurtekið nákvæmlega. Allt þetta skapar varanlegt ástand.“

Pétur: „Svo það er þá íhaldið sem gildir.“

Oktavía: „Þú leggur fram þinn litla skerf til að leysa heimsgátuna og við þökkum fyrir.“

Pétur: „Ha-ha.“

Sigurður: „Þetta á við dautt efni. En við erum að tala um líf.“

Þorsteinn: „Við verðum að hafa þetta grundvallarlögmál í huga til að skilja hvernig efni breytist í líf.“

Stefán: „Ég verð allur að eyrum. Ég hef aldrei heyrt um neinn sem hefur talið sig geta það.“

Tryggvi: „Svona nú. Þú varst, Þorsteinn, að tala um þýðingu stöðugs efnasambands.“

Þorsteinn: „Já. Það vita allir að atóm hafa tilhneigingu til að mynda sérstakt mynstur sem verður stöðugt vegna orkunnar sem stjórna þeim.“

Björn: „Náttúran sjálf velur það sem er stöðugt og hafnar hinu, – áttu við.“

Þorsteinn: „Já.“

Séra Ögmundur: „Náttúran sjálf velur . . . segið þið. Nú er allt í einu blind og dauð náttúra farin að velja og hafna, – eins og háyfirdómari í réttarsal. Þarfnast þetta ekki nánari skýringa?“

Þorsteinn: „Við skulum sleppa öllum hugmyndum um sköpun, tilgang og stjórn. Þær eru óþarfar.“

Stefán: „Það er þín fullyrðing. – Og alltof stór biti fyrir mig til að kyngja.“

Séra Ögmundur: „Ætli hann standi ekki í fleirum?“

Þorsteinn: „Það er ekkert dularfullt í sambandi við þetta. Þetta hlýtur að gerast.“

Séra Ögmundur: „Hvað hlýtur að gerast?“

Þorsteinn: „Það hlýtur að gerast að ný og ný varanleg föst efnasambönd komi fram.“

Sigurður: „Og hvað svo?“

Þorsteinn: „Ný og ný föst efnasambönd eru að koma fram á milljónum ára. Það hlaut að koma að því að loks myndaðist efnasamband sem líf getur byggst á.“

Hanna: „Það koma stöðugt fram ný og ný þar til það rétta verður til?“

Pétur: „Gott. Ágætt. Þetta styður róttæk sjónarmið.“

Oktavía: „Hættu þessu blaðri. Þetta kemur pólitík ekkert við.“

Pétur: „Það er aldrei að vita.“

Tryggvi: „Þú átt við, Þorsteinn, að á nógu löngum tíma hljóti af stærðfræðilegum ástæðum að koma upp rétt niðurröðun atóma til að mynda mynstur sem líf byggist á?“

Stefán: „Ég verð að segja að ég dáist að þessari skarpskyggni. Í mannslíkamanum er okkur sagt að séu þúsund milljón milljón milljón milljón atóm, – ekki satt?“

Baldur: „Jú, jú. Mönnum telst svo til.“

Stefán: „Já. Við skulum láta svona mörg samskonar atóni og eru í mannslíkamanum í geymi á steinsteypubíl og snúa, – ja hvað lengi?“

Sigurður: „Í þúsund milljón ár.“

Stefán: „Gott og vel. Í þúsund milljón ár látum við þetta snúast.

- Loks hljóta atómin að mynda rétt mynstur og Jón Jónsson labbar út?
- Séra Ögmundur:* „Hu, hu, hu. Já góðan daginn. Svona einfalt er það.“
- Steinunn:* „Ég mótmæli svona útleggingu á vísindalegri tilgátu. Við verðum að kanna hana af einhverju viti.“
- Björn:* „Já. Það verður að sýna hana í eins góðu ljósi og hægt er. Þetta er tilgáta sem varðar grundvöll í lífsskoðun allra manna og það er auðvitað rangt að hafna henni af misskilningi eða vanþekkingu.“
- Hanna:* „Er hún þá rétt, þessi tilgáta, að efni hafi hrist saman af tilviljun og myndað líf?“
- Björn:* „Ég er ekki að segja að hún sé nauðsynlega rétt. Ég er aðeins að segja að við verðum að skilja hana áður en við getum hafnað henni.“
- Pétur:* „Jæja, Þorsteinn. Útskýrðu málið svo rækilega að jafnvel Oktavía skilji þetta.“
- Oktavía:* „Endilega. Við verðum öll að gera eins og hinn nýi herra jarðarinnar fyrirskipar.“
- Sigurður:* „Það er ekki hægt að útskýra þetta eins og hverja aðra staðreynd. Þetta hvernig efni breytist í líf. Þetta er engin staðreynd, þetta er aðeins tilgáta. Er það ekki?“
- Baldur:* „Auðvitað er þetta tilgáta.“
- Þorsteinn:* „Það er staðreynd að það gerist, – efni breytist raunverulega í líf. Það má hins vegar segja að það sé tilgáta hvernig það gerist. En það er mjög sennileg tilgáta.“
- Stefán:* „Er þá ekki kominn tími til að fá nánari skýringu á því hvernig menn halda að þetta gerist?“
- Þorsteinn:* „Já. Það er auðvitað útilokað að fyrirbæri eins og maður geti komið fram við það eitt að hrista saman atóm á nýjan og nýjan hátt. Jafnvel þótt verið væri að til eilífðarnóns. En þetta gerist ef aðeins um nokkra tugi atóma er að ræða.“
- Oktavía:* „Þannig að fyrir tilviljun getur að lokum myndast föst sameind með nokkrum tugum atóma?“
- Stefán:* „Það eru engar slíkar tilviljanir til.“

Baldur: „Það stoðar lítið að ræða málið frá þessari hlið.“

Pétur: „Haltu áfram, Þorsteinn!“

Þorsteinn: „Já, Oktavía. Þetta er rétt, það hlýtur að lokum að koma fram slík sameind. Og við skulum athuga að þetta þarf aðeins að gerast einu sinni af tilviljun.“

Stefán: „Einu sinni af tilviljun . . ? Já öldungis rétt. – Og það hefur þá vafalaust líka gerst einu sinni af tilviljun á billjón billjón öðrum hnöttum?“

Pétur: „Við erum að tala um hvernig líf varð til hér á jörðinni. Það hlaut að koma fram sameind sem líf getur byggst á.“

Sigurður: „Einmitt.“

Pétur: „Segðu okkur meira.“

Þorsteinn: „Þessi nýja sameind var ólík öllum sameindum sem áður voru til.“

Hanna: „Hvernig þá?“

Þorsteinn: „Hún var með eiginleika sem engin sameind hefur haft á undan henni.“

Oktavía: „Hvaða eiginleika?“

Þorsteinn: „Hún hafði eiginleika til að búa til nákvæma eða næstum nákvæma eftirmynd af sjálfri sér.“

Oktavía: „Og sjá. Fram á sjónarsviðið stígur fyrsta persónan í öllu lífsdramanu. Sjálfsmyndarsmiðurinn.“

Þorsteinn: „Sjálfsmyndarsmiðurinn. Já. Þetta er nokkuð gott orð hjá þér. Við getum vel kallað þessa nýju sameind sjálfsmyndarsmið vegna þess að hún er fyrsta sameindin sem gerir eftirmynd af sjálfri sér.“

Sigurður: „Gerir eftirmynd af sjálfri sér, segið þið. Þarfnast þetta ekki nánari skýringa? Dætt efni gerir mynd af sjálfu sér! Er þetta sannfærandi?“

Þorsteinn: „Það gerist eigi að síður.“

Oktavía: „Já. En hvers vegna?“

Þorsteinn: „Þú veist eins vel og ég að við fáumst ekki við spurningar af þessu tagi.“

Sigurður: „Sjálfsmyndarsmiður. Örlagasameind sem allt líf hefur komið frá. Þetta er stórkostlegt.“

Pétur: „Þetta er snilldar innblástur.“

Stefán: „Sei, sei, já. Þið eruð djúpir eins og flatarheimspekingar í fimmvídda tilveru!“

Séra Ögmundur: „Má ég spyrja hvort þessi sjálfsmyndarsmiður er dauður eða lifandi?“

Þorsteinn: „Það er umdeilanlegt.“

Hanna: „En frá honum er lífið komið.“

Þorsteinn: „Já.“

Séra Ögmundur: „Hvernig? Ef mér leyfist að spyrja.“

Pétur: „Já. Þá er runninn upp sú stóra stund. Þetta er spurningin um hvernig dautt efni breytist í líf.“

Stefán: „Andaðu rólega. Ég hef ekki enn fengið neinar skýringar á þessum sjálfsmyndarsmið. – Hvernig hann kemur fram. Hann kom fram fyrir tilviljun. Sagðir þú það ekki?“

Þorsteinn: „Jú.“

Stefán: „Og hann hlaut óhjákvæmilega að koma fram. Sagðir þú það ekki líka?“

Þorsteinn: „Jú. Það er stærðfræðilegt lögmál fyrir því að hann hlýtur að koma fram á nógu löngum tíma. – Og honum ekki of löngum.“

Stefán: „En ef eitthvað hlýtur að gerast, ekki aðeins á þessari jörð heldur á milljónum¹ og billjónum af öðrum hnöttum um allan alheiminn, – hvernig getur þú þá fullyrt að þetta gerist fyrir tilviljun? Hvernig getur það sem hlýtur að gerast, – gerst fyrir tilviljun?“

Baldur: „Auðvitað er þessu stjórnað af vissum lögmálum.“

Þorsteinn: „Ég á aðeins við að þessu var ekki stjórnað af neinum.“

Séra Ögmundur: „Ég sé ekki betur en þú hafir sjálfur trúarlega og jafnvel stjórnmálalega afstöðu til þessara hluta.“

Þorsteinn: „Það get ég engan veginn séð.“

Séra Ögmundur: „Ekki það, – nei. En er það ekki augljóst að ef allt gerist af blindri hendingu án stjórnar þá er þar með verið að segja að enginn guð sé til sem skapar og stjórnar veröldinni. – Og þar með falla veigamestu forsendur andstæðinga þinna bæði í trúmálum og stjórnmálum.“

Oktavía: „Ef við sleppum trúmálun og stjórnmálun, hvaða staðreynd stendur þá eftir í þessu máli?“

Björn: „Sú staðreynd að sjálfsmyndarsmiðurinn, sameindin sem fór að gera eftirmyndir af sjálfri sér, kom raunverulega fram. Við vitum ekki hvað stjórnaði henni og ekki heldur hvort hún var lifandi eða dauð.“

Pétur: „Þessi útúrdúr er orðinn nógu langur. Hvernig breyttist efni í líf, Þorsteinn?“

Þorsteinn: „Já. Spurningin er: hvernig getur þessi sérstaka sameind smíðað eftirmynd af sjálfri sér. Og málið þarf ekki að vera mjög flókið.“

Stefán: „Ekki það, nei!“

Þorsteinn: „Nei. Í raun og veru getur þetta verið miklu einfaldara mál en menn halda. – Þessi sameind sem kemur fyrst fram í loftinu og fellur síðan í hafið hefur í umhverfi sínu allt það efni sem hím þarf til að búa til eftirmynd sína. Sennilegast er að efnin í sameindinni dragi til sín samskonar efni úr umhverfinu, og eins og ég sagði. Það er nóg til af þeim. Þessi efni sem sameindin dregur til sín raðast niður á sama hátt og efnin í fyrstu sameindinni. Og þannig myndast föst keðja.“

Björn: „Kristallar myndast á þennan hátt.“

Stefán: „En þeir eru dauðir.“

Baldur: „Þeir gætu verið forfeður okkar samt.“

Þorsteinn: „Kristallar mynda hvert lagið upp af öðru. En þessi sameind skiptir sér.“

Baldur: „Þessi myndasmiður þarf ekki nauðsynlega að velja samskonar efni. Hann getur líka valið samstæða og andstæða mynd til skiptis eins og sameindir gera nú.“

Þorsteinn: „Já. Það er rétt. Hann hefði getað það. Við vitum það ekki. Sjálfsmyndarsmiðurinn er löngu horfinn.“

Hanna: „Hvert er hann horfinn?“

Þorsteinn: „Hann er horfinn inn í núverandi hliðstæðu sína DNA, – erfðaeindir; gen.“

Sigurður: „Og hann stjórnar okkur þaðan. – Örsní vera sem aðeins vísindamenn vita að er til.“

Baldur: „Það vita það fleiri en vísindamenn. Þetta heyrir til almennri menntun.“

Pétur: „Hver segir að þetta snásæja kríli stjórn, – mér? Ég ræð mér sjálfur. Það stjórnar mér enginn.“

Oktavía: „O, ætli það séu nú ekki samt alls konar erfiðir vessar í blóðinu sem stjórna þér meira en góðu hófi gegnir.“

Pétur: „Rugl.“

Sigurður: „Jæja. Svo sjálfsmyndarsmiðurinn dó ekki út?“

Þorsteinn: „Sko. Það getur verið að hann hafi breyst í DNA. Það getur verið að DNA hafi tekið við af honum sem nýr og fullkomnari sjálfsmyndarsmiður. Menn vita það ekki. Og það skiptir engu máli. Sjálfsmyndarsmiðurinn er upphaf lífsins og í fjögur þúsund milljón ár hefur hann verið að smíða og fullkomnar tölvur sínar, – hinar svokölluðu lífverur, þar á meðal okkur.“

Pétur: „Og þú segir að hann smíði þær til að tryggja sína eigin tilveru?“

Þorsteinn: „Já. Hann er kominn úr allri hættu. Allar lífverur eru tölvur hans. Hann lifir í þeim. Hann er hinn raunverulegi heili þeirra og stjórnar þeim eftir flóknum leynistígum.“

Pétur: „Þetta skil ég ekki.“

Oktavía: „Kannski var það aldrei ætlun hans að tölva skildi að hún væri bara tölva!“

Stefán: „Þetta tölvutal er út í loftið. Tölva er tískuorð. Maður og tölva verður aldrei neitt sem nokkurt vit er í að bera saman.“

Baldur: „Byrjaði sjálfsmyndarsmiðurinn ekki sem dautt efni?“

Steinunn: „Jú. En á því er grundvallarmunur. Engin tölva er nógu íhaldssöm til að endurtaka sjálfa sig af sjálfsdáðum endalaust. Jafnvel maðurinn sem skapar hana getur ekki endurtekið sig nógu lengi og nógu nákvæmlega til að gegna hlutverki nýs sjálfsmyndarsmiðs. Hvorki tölva né maður kemur í hans stað. Ef hann er búinn að þrauka í fjögur þúsund milljón ár býst ég við að hann lifi til enda lífsins á jörðinni. – Í grundvallaratriðum óbreyttur.“

Sigurður: „Hann hlýtur að breytast eins og allt annað.“

Þorsteinn: „Nei. Ekki í grundvallaratriðum. Hann kemur sífellt með nýjar og nýjar tengingar í hverri tegund og í hverjum einstaklingi jafnvel í hverjum fingurgómi. Hann breytir öllu en breytist ekki sjálfur í grundvallaratriðum.“

Pétur: „Þetta er dularfull vera, þessi sjálfsmyndarsmiður, sem þú kallar svo.“

Þorsteinn: „Já. Hann vill lifa alls staðar að því er virðist, – niðri í jörðinni, ofan á jörðinni, í vatni og lofti. Þess vegna smíðar hann öll þessi ólíku gerfi til að gernýta alla möguleika.“

Hanna: „Sjálfsmyndarsmiðurinn, er þetta það sem menn kalla nú DNA, gen eða erfðaeefni?“

Þorsteinn: „U-hum.“

Pétur: „Og taktu eftir að hann segir að við séum aðeins vélin hans eða tölvan hans sem hann smíðaði til að auka valdsvið sitt, – alveg eins og menn smíða sér nú risatölvu til að framlengja ef svo má segja handleggina og heilann, – og láta hönd og heila ná um alla jörðina og inilljónir ljósára út í geiminn.“

Sigurður: „Furðulegt. Stórfurðulegt.“

Stefán: „Of furðulegt til að það sé satt. Enda er ég hræddur um að sagan sé ekki framsett mjög nákvæmlega.“

Steinunn: „En nú virðist maðurinn hafa gert uppreisn gegn þessu alræði erfðaeindanna, – og hann er eina lífveran sem það gerir.“

Hanna: „Hvernig þá?“

Steinunn: „Alveg frá upphafi mannúðarstefnu eða húmanisma hefur öll menning okkar verið uppreisn gegn sérhyggju erfðaeindanna. Samhyggja kemur í stað eigingirni eða sérhyggju á rándýrsstiginu.“

Stefán: „Ég er alls ekki viss um að þetta sé rétt skilið. Ég hef grun um að sérhyggja og samhyggja séu skyldari en menn halda.“

Sigurður: „Við hvað áttu?“

Stefán: „Leyfðu mér að hugsa mig um. Ég skal svara þessu seinna.“

Pétur: „Er ekki kominn tími til að svipta hulunni af sjálfsmyndarsmiðnum og segja okkur hvað DNA er?“

Þorsteinn: „Jú. DNA er fallegur spírall ofinn saman úr tveimur

löngum keðjum af litlum sameindum sem nefnast núkleótíð.
DNA er of lítil til að sjást.“

Stefán: „Sem sagt: Slangan ódauðlega.“

Hanna: „Hvar er DNA í líkamanum?“

Þorsteinn: „Í frumum líkamans.“

Pétur: „Hverri einustu?“

Þorsteinn: „Já. Hverri einustu. Í meðalmanni eru þúsund billjón frumur. DNA er í hverri einustu þeirra.“

Tryggvi: „Það þýðir að fullkonin forskrift líkamans er í hverri einustu sellu?“

Þorsteinn: „Já. Frávikin eru svo lítil að þau skipta ekki máli í þessu sambandi.“

Tryggvi: „Þýðir þetta að í hverri einustu frumu séu fyrirnáli um hvernig gera á þennan líkana í smæstu atriðum?“

Þorsteinn: „Já. Það er nákvæmlega þannig. – Eins og teikning og verklýsing hjá byggingameistara.“

Stefán: „Ég held að DNA sameindin yrði stórmóðguð ef hún heyrði til okkar. Hvernig er hægt að bera hana saman við byggingameistara? DNA er samkvæmt þessu milljón sinnu færrari skipuleggjari og hönnuður en albestu byggingameistarar.“

Sigurður: „En mér finnst samlíkingin góð. Getur þú útfært hana betur, Þorsteinn?“

Þorsteinn: „Já. Það má auðveldlega gera það. Við getum hugsað okkur að DNA, sem er í hverri frumu, sé heilt ritsafn af fyrir-mælum um hvernig byggingin á að vera. Þetta ritsafn er þá alls í 46 bindum. Hvert bindi nefnist litningur. Þeir sjást í smásjá sem langir þræðir og á þeim er röð af genum. Genin eru þá blað-síðurnar.“

Séra Ögmundur: „En hver er þá byggingameistarinn sem skipuleggur þetta allt?“

Þorsteinn: „Hann er auðvitað enginn til.“

Stefán: „Hvernig skýrir þú þetta þá?“

Þorsteinn: „Skýringuna höfum við endurtekið oft og mörgum sinnum. Skýringin er náttúrlegt úrval.“

Séra Ögmundur: „Menn þurfa að hafa vítt kok til að geta alltaf

gleypst þessa sömu gömlu skýringu sem skýrir ekki neitt. Tilviljun! Blint val! Og alltaf jafn hárrétt og meistaralega valið!“

Pétur: „Sleppum þessu. Hvað er það sem DNA gerir, – nákvæmlega?“

Þorsteinn: „DNA gerir tvennt. Það fyrra er að það býr til mynd af sjálfu sér eins og við höfum talað um. Og það er enginn viðvangur í þeirri list. Þú sjálfur byrjaðir sem ein fruma með DNA. Nú ertu orðinn þúsund billjón frumur og allar með fullkomið ritverk í kjörnum sínum, – allar með DNA.“

Tryggvi: „Já. En það er ekki nóg að gera fullkomna teikningu af húsi. Það þarf að byggja það.“

Þorsteinn: „Já. Ég sagði að hlutverk DNA væri tvískipt. Síðara hlutverkið er einmitt að byggja húsið, ef ég má halda líkingunni áfram.“

Hanna: „Áttu við að DNA stjórni líka þróun fóstursins?“

Þorsteinn: „Já. Það virðist gera það, – óbeint.“

Pétur: „Hvernig?“

Þorsteinn: „DNA sér um rétta samsetningu eggjahvítusameindanna.“

Hanna: „En hvernig í ósköpunum eiga þessar örlitlu verur að sjá um jafn flókna byggingu og mannslíkamann?“

Þorsteinn: „DNA sendir út nákvæm fyrirmæli um hvar á að byrja og hvar á að enda hvað eina. Þessi fyrirmæli eru móttækin sjálfkrafa og á einfaldan hátt af amínósýrunum og þær byggja eftir þeim eggjahvítusameindir.“

Sigurður: „Það er annað að byggja upp eggjahvítusameind en að byggja allan líkamann.“

Þorsteinn: „Þær eru byrjunin. – Að segja þessa sögu nákvæmlega hér er ekki hægt. En staðreyndin er að það er DNA sameindin sem stjórnar byggingu hverrar lífveru.“

Pétur: „En getur þá þessi mikla sameind ekkert lært? Verður hún ekki fyrir áhrifum frá umhverfinu, sem breyta henni.“

Þorsteinn: „Það verður líklega að svara þeirri spurningu neitandi, þótt undarlegt sé. Nei. Hún breytist ekki í grundvallaratriðum. Hún breytir og þróar allar lífverur til þess eins að því er virðist

að geta sjálf haldist óbreytt af sem mestu öryggi gegnum milljónir kynslóða.“

Hanna: „Gerir hún sér sjálf grein fyrir þessu?“

Þorsteinn: „Nei. Að sjálfsögðu ekki. Með hverju ætti hún að hugsa? Hún er sér auðvitað gersamlega ómeðvitandi um starfsemi sína. – Alveg eins og hinn fyrsti sjálfsmyndarsmiður sem endurtók mynd sína þó hann væri aðeins dautt efni.“

Stefán: „Svona fullyrðingar finnast mér vera ákaflega óvísindalegar. Þú veist næstum ekkert um hugtakið vitund, fremur en aðrir menn. Mér finnst það augljóst að leiðir vitundarinnar eru leyndar og dularfullar, vegna þess að þær eru engan veginn rannsakaðar að neinu gagni ennþá.“

Þorsteinn: „Auðvitað hafa þessar sameindir hvorki tilfinningar, vit eða vilja. Hvernig væri slíkt hægt?“

Stefán: „Hvað stjórnar þeim þá? Og hvað stjórnar því að þær hegða sér eins og þær hefðu tilfinningar, vit og vilja?“

Björn: „Við vitum það ekki.“

Þorsteinn: „Þróunin gerist einfaldlega þannig að lífverur sem eru hæfastar til að lifa festast í sessi en hinar hverfa.“

Stefán: „En DNA breytist ekki í grundvallaratriðum og hverfur ekki.“

Sigurður: „Mér finnst þið vera farnir að endurtaka sömu hluti. Getum við ekki farið að komast að einhverri niðurstöðu í málinu?“

Sigurður: „Spurningin er ennþá: Hvernig myndast líf úr dauðu efni?“

Oktavía: „Já. Hvað segið þið um þetta: Efnið þróast í árbilljónir frá léttasta efni til þyngra efnis, og síðar frá einföldustu efna-samböndum til hinna flóknustu. Loks kemur fram eftir þessa löngu þróun sameind sem orðin er föst í sessi og hefur þann sérstaka eiginleika að geta gert eftirmynd af sjálfri sér svo henni fjölgar, – fyrst verður ein tvær og síðan tvær fjórar og þannig fjölgar henni alltaf um helming. Þetta er sjálfsmyndarsmiðurinn. En hann er aðeins dauð sameind þangað til hún er frjógvöð

af ljósinu, ef ég má nota þá líkingu. Þannig breytist þessi sérstæða sameind í líf.“

Hanna: „Frjóguguð af ljósinu?“

Pétur: „Hún á við útfjólubláu geislana.“

Sigurður: „Svo sjálfsmyndarsmiðurinn er í fyrstu dautt efni eins og kristallar (sem endurtaka sjálfa sig) eða leir?“

Þorsteinn: „Já. Ég gæti fallist á það, þó að það verði að viðurkenna að þetta upphaf er enn í nokkurri þoku.“

Séra Ögmundur: „Og guð blés anda sínum í leirinn. Og hann varð líf.“

Pétur: „En þetta er guðfræði, sem við skulum halda utan við vísindalega heimsmynd.“

Séra Ögmundur: „A-á, – það er nú svo. Ætli trú og vísindi hafi ekki oftari farið sömu brautina en menn halda.“

Pétur: „En aldrei orðið samferða!“

Séra Ögmundur: „Nei. Það er alveg rétt, drengur minn. Trúin hefur alltaf farið á undan.“

Stefán: „Það er mikið til í því. Lítið bara á ævafora hugmynd í Vedabókum um atma eða atman.“

Hanna: „Hvað er það nú?“

Stefán: „Þessir gömlu hugsuðir kölluðu hann innsta kjarna lífsins. Hann er minnstur af öllu og öllum ósýnilegur. En hann er innsti kjarni hverrar lífveru. Sá sami í manni, fíl og maur. Og hann er neisti guðs. Ef við breyttum atma í DNA. Þarf þá svo miklu að breyta?“

Pétur: „Þetta eru bara heppniskenningar manna sem geta ekki hafa vitað hvað þeir voru að segja.“

Stefán: „Við skulum ekki segja meira en við vitum. Sannleikann má nálgast eftir mörgum leiðum. Og sama veruleika má sjá frá mörgum sjónarhornum.“

Sigurður: „Já. Þetta er í raun og veru alveg stórkostlegt. Sjálfsmyndarsmiðurinn er orðinn skýr og nokkuð sannfærandi hugmynd og þar með er komið svar við hvernig dautt efni breytist í líf. En hvað með framhaldið?“

Þorsteinn: „Frainhaldið er það að þessi eina sérstaka sameind uppgötvar að hægt er að lifa af annarri sameind.“

Oktavía: „Uppgötvar, – segir þú.“

Stefán: „Aftur kemur það. Sameind sem ekki hefur tilfinningu vilja eða vit uppgötvar.“

Þorsteinn: Ég tek aðeins svona til orða. Þetta gerist, – Þó við vitum ekki nákvæmlega hvernig. Og ef ég má halda áfram . . .“

Sigurður: „Já. Endilega.“

Þorsteinn: „Ein sameind lærir að lifa af annarri, önnur lærir að verjast. Afsakið orðalagið.“

Pétur: „Hvernig?“

Þorsteinn: „Annað hvort með efnum sem verja hana eða þá að hún byggir upp varnargarð af eggjahvítuefnum í kringum sig.“

Tryggvi: „Og það er á þennan hátt sem DNA síníðar fyrstu frumuna utan um sig?“

Þorsteinn: „Já. Hún gæti hafa myndast á þennan hátt.“

Pétur: „Smíðuð af sjálfsmyndarsmiðnum utan um sjálfan sig.“

Þorsteinn: „Já. Hvað annað?“

Oktavía: „Leyfðu mér að átta mig betur á þessu: Það sem sjálfsmyndarsmiðurinn er að gera þarna er það að hann er að byggja risatölvu svo hann geti sjálfur búið í henni og lifað í öryggi innan þessa nýja virkis.“

Stefán: „Og hér er sjálfsmyndarsmiðurinn orðinn betri hönnuður en bestu byggingameistarar og meiri skipuleggjari en mestu hershöfðingjar.“

Hanna: „Þið eigið við að hann byggi frumuna og seinna flóknari lífverur til að fela sig í þeim og stjórna þaðan umhverfi sínu?“

Þorsteinn: „Það má segja það, – óbeint að minnsta kosti.“

Pétur: „Ha, ha, ha. Nú held ég að þetta sé allt orðið tóm rugl hjá okkur. Tölvur eru ekki smíðaðar án vits. Og ég hefði gaman af að sjá eina af þessum ágætu tölvum hans. Hvar er hún niðurkomin?“

Oktavía: „Mér skilst að hún sitji hér á nótum mér?“

Pétur: „Ég? Tölva? Þetta er hlægilegt. Að ég sé smíðaður af

örsmáum ósýnilegum verum til þess að þær geti lifað og stjórnað í gegnum mig. Hlægilegt.“

Oktavía: „Ha, ha, ha. Já. Það er hlægilegt, – en því miður, Pétur minn. Alltof satt.“

Hanna: „Á að skilja þetta svo að gen breyti öllum lífverum en þau breytist ekki? – Ekki eru þau þó eilíf?“

Þorsteinn: „Gen hafa möguleika á að vera eilíf. Þau geta lifað í milljónir ára og þau geta líka fallið með fyrstu kynslóð sinni. En sjálfsmyndarsmiðurinn okkar DNA heldur velli. Hann breytist ekki í grundvallaratriðum. Það er aðeins niðurröðun og tengingar sem breytast.“

Oktavía: „Þá ætla ég að koma með nýja tilgátu. – Það hefur aldrei verið nema ein lífvera til í þessum heimi. Menn halda að jörðin okkar hafi alið þrjár milljónir tegunda af ólíkustu lífverum og billjónir einstaklinga af hverri tegund.“

Sigurður: „Og aldrei tveir eins.“

Oktavía: „Já. Og aldrei tveir eins. Og samt finnst mér þetta eðlilegasta niðurstaðan af því sem okkur hefur verið sagt hér, Þorsteinn, að frá upphafi lífsins á jörðinni hafi aldrei verið til nema ein raunveruleg lífvera, – já, meira að segja ekki nema einn einstaklingur í rauninni. Þú segir, Þorsteinn, að sjálfsmyndarsmiðurinn sem alltaf er að gera mynd af sjálfum sér hafi í rauninni ekkert breyst í grundvallaratriðum, – þótt hann sé sífellt að breyta öllu öðru. Mér finnst þetta ótrúlega einfalt og mjög sannfærandi dráttur í heimsmyndinni.“

Þorsteinn: „Ég býst við að það mætti líta á þetta á þennan hátt, – frá vissu sjónarhorni.“

Pétur: „Og ég býst við að næst viljir þú halda því fram, Oktavía, að það sé vel hugsanlegt að líf hafi orðið til á þennan hátt alls staðar annars staðar og þess vegna sé eðlilegast að segja að í alheimi sé í raun og veru ekki til nema ein lífvera.“

Stefán: „Og hvers vegna ekki?“

Björn: „Þetta er ekki okkar viðfangsefni. Og við skulum ekki fara lengra út í tilgátur af þessu tagi. Þar með er ég ekki að segja að

þetta gæti ekki verið rétt. Það er ekki óeðlilegt að hægt sé að rekja allt til einnar rótar.“

Oktavía: „Já. Svo svar okkar verður þá þetta: Sjálfsmyndarsmiðurinn, – háþróaðasta efniseind efnisheimsins, – skapaður af árbilljóna þróun efnisins, frjóvgast af ljósinu, útfjólubláu geislunum. Og þannig kemur hin fyrsta lífvera fram. Og hin eina. – Því hinar eru eftirmynd og sköpun hennar.“

Pétur: „Hvað þá um þig? Þá ættir þú ekki að vera til.“

Oktavía: „Ég er ekki ein vera. Ég er, eins og þú, samsafn af þúsund milljón milljón lífverum, – og raunar miklu fleirum. Og hver einasta þessara lífvera hefur DNA í kjarna sínum. Hver einasta er sköpuð og henni er stjórnað af DNA, – hinum gamla sjálfsmyndarsmið.“

Sigurður: „Þetta er furðuleg niðurstaða. Eiginlega allt of furðuleg til að hægt sé að trúa henni.“

Pétur: „Hún er vitleysa. Ég gæti alveg eins sagt að í raun og veru sé ekki til nema ein bók í heiminum vegna þess að þær eru allar samsettar úr sömu stöfum. – Bara misjafnlega raðað niður, ha, ha, ha.“

Sigurður: „Bravó, Pétur. Þetta var gott hjá þér.“

Oktavía: „Óvenju gott. En því miður tórnur misskilningur. Þetta tvennt er gjörólíkt. Annars vegar dauðir stafir sem eru ekki annað en tákn, og hins vegar lifandi vera sem sannanlega hefur hannað og byggt allar þekktar lífverur. Hvernig er hægt að bera þetta tvennt saman? Ég held mér við þetta: Sjálfsmyndarsmiðurinn er ekki aðeins fyrsta lífveran, heldur sú eina. – Allar lífverur eru eins og orkuskammtar úr einni uppsprettu og ég held að allt líf sé í raun og veru eitt.“

Stefán: „Sé þessu þannig háttað er auðvelt fyrir mig að svara spurningu þinni, Pétur, um eigingirni og samhyggju. Sjáðu til. Sjálfsmyndarsmiðurinn elskar aðeins sjálfan sig, velur aðeins það sem er eins og hann en hafnar hinu. Þetta er grundvöllur sérhyggju. En fyrst hann er alls staðar í raun og veru hinn sami þá verða hagsmunir heiklarinnar líka hagsmunir einstaklingsins og öfugt. Allir hagsmunir eru raunar hagsmunir sjálfsmyndar-

sniðsins í hvaða hlutverki sem hann er og hvernig sem lífsbar-
áttu hans er háttað.“

Þorsteinn: „Hér held ég að við ættum að hætta. Eða öllu heldur að
byrja. Það er mikið starf að sanna eða afsanna tilgátuna hennar
Oktavíu að það hafi aldrei verið nema ein lífvera á jörðinni, –
og kannski í öllum alheimi.“

Pétur: „Já. Það er kominn tími til að hætta. Það er komið fram
undir morgun. En eitt veit ég eftir þessa nótt. Héðan í frá mun
ég skipta öllum mönnum niður í tvo hópa: – Þá sem vita hvað
gerst hefur í heiminum eftir 1965. Og hina sem vita það ekki. Ég
sé að gamall heimur hefur endað án þess að nokkur tæki eftir
því, – og nýr þekkingarheimur hefur orðið til.“

Kaflaheiti

- I Inngangur
- II Hvert er upphaf heimsins?
- III Hvað gerist í stórusprengju?
- IV Framtíð alheimsins
- V Hvernig myndast vetrarbrautir?
- VI Vetrarbrautin
- VII Sólkerfið
- VIII Hvað er svarthol?
- IX Hvað er ljós?
- X Hvað er efni?
- XI Hvað er líf?
- XII Hvernig verður líf til?